

ECOLE NATIONALE des INGENIEURS des
TRAVAUX des EAUX et FORETS

Ecole Nationale des Ingénieurs
des Travaux des Eaux et Forêts
BIBLIOTHEQUE

ETUDE ECOLOGIQUE ET DEFINITION DES STATIONS FORESTIERES EN CAPCIR, CERDAGNE ET HAUT-CONFLENT

Ministre de l'Agriculture, de la Pêche et des Forêts
Service des Eaux et Forêts
Bureau des Eaux et Forêts

Année 1979-1980

ETUDE ECOLOGIQUE ET DEFINITION DES STATIONS
FORESTIERES EN CAPCIR, CERDAGNE, ET
HAUT-CONFLENT

Mémoire de troisième année présenté par :

G. DECAIX et F. TARDIEU

**ETUDE ECOLOGIQUE ET
DEFINITION DES
STATIONS FORESTIERES
EN CAPCIR, CERDAGNE
ET HAUT CONFLENT**



REMERCIEMENTS

En premier lieu, nous tenons à remercier les personnes qui nous ont apporté leur aide dans la réalisation de ce mémoire et en particulier :

- Monsieur BAUDIERE, professeur de botanique à l'Université Paul Sabatier de TOULOUSE.
- Messieurs GRANDJEAN & GUINODEAU ainsi que l'ensemble des professeurs de l' E N I T E F .
- Monsieur JACOB Chef de la subdivision de PRADES-FORMIGUERES.
- Madame MITJAVILLE pour la frappe du mémoire.

T A B L E D E S M A T I E R E S

	P.
INTRODUCTION	
PREMIERE PARTIE - Présentation de la région Capcir - Cerdagne - Haut-Conflent	1
A - La situation géographique - Les paysages	1
B - Le climat	1
1 Données météorologiques	1
1 1 . Les précipitations	2
1 2 . Les températures	3
1 3 . Les vents	3
1 4 . L'insolation	4
2 Synthèse climatique	4
C - Géologie.- Pédologie	5
1 Epoque anté-hercynienne... ..	5
2 Orogénèse hercynienne	5
2 1 . Le métamorphisme hercynien.e.....	5
2 2 . La tectonique hercynienne	6
3 Epoque post-hercynienne	7
4 Pédologie	7
D - La végétation naturelle	9
1 Les origines	9
2 Les séries de végétation	9
E - Les facteurs biotiques	10
1 Le pâturage en Capcir, Cerdagne et Haut-Conflent	10
1 1 . Répartition et description	10
1 2 . Dommages causés à la forêt	11
1 3 . Evolution actuelle	12
2 Le tourisme	12
2 1 . Les causes de ce tourisme	13
2 2 . Le tourisme d'été	13
2 3 . Le tourisme d'hiver	13
3 L'armillaire	14
3 1 . Description brève de l'armillaire ..	14
3 2 . Historique	14
3 3 . Les causes de son développement	14
F - La forêt	15
1 Evolution historique.....	15
2 Etat actuel et gestion forestière	15

	P.
DEUXIEME PARTIE - La méthode d'étude	18
A - Choix de la méthode	18
1 Les méthodes d'étude de station	18
2 Les conditions du choix	18
3 La méthode utilisée	19
B - Mise en oeuvre	19
1 Au bureau	19
1 1 . L'échantillonnage	19
1 2 . La fiche de relevé	21
2 Sur le terrain	23
3 Traitement des données	24
TROISIEME PARTIE - Etude phyto-écologique	25
A - Traitement des données phyto-écologiques	25
1 Définition des stations floristiques	25
2 Interprétation écologique	26
B - Résultats	26
1 Le Capcir	26
1 1 . Les groupes floristiques et leur inter- prétation écologique	26
1 2 . Les stations écologiques	31
1 3 . Conclusions	39
2 La Cerdagne	40
2 1 . Les groupes floristiques et leur inter- prétation écologique	40
2 2 . Les stations écologiques	43
2 3 . Conclusions	46
QUATRIEME PARTIE - Etude des stations forestières	47
A - Traitement des données forestières	47
1 Rappel des données disponibles	47
2 Mise en oeuvre	47
2 1 . Définition des stations équipotentiell pour le pin à crochets	47
2 2 . Etude des autres essences	49
2 3 . Etude de la régénération et de l'état sani taire	49
3 Commentaires sur la mise en oeuvre de cette méthode	49
3 1 . Les causes des difficultés	49
3 2 . Les difficultés	50
3 3 . Les limites	51
B - Résultats	51
1 Le Capcir	51
1 1 . Stations équipotentiell pour le pin à crochets	51
1 2 . Etude des autres essences	53
1 3 . Etude de la régénération et de l'état sanitaire	60

1 4 . Conclusion.....	61
2 La Cerdagne	62
2 1 . Stations équipotentiellés pour le pin à crochets	62
2 2 . Etude des autres essences	62
2 3 . Etude de la régénération et de l'état sanitaire	64
2 4 . Conclusion..	64
C - Synthèse des résultats : les catalogues des stations forestières	65
D - Conclusions et remarques à l'étude des stations fo- restières.....	66
CONCLUSION GENERALE	68
LISTE DES PRINCIPAUX OUVRAGES CONSULTES.	70

I N T R O D U C T I O N

Les gestionnaires de CAPCIR, CERDAGNE et HAUT-CONFLENT ont, depuis quelques années, à leur disposition l' " Avant-projet général d'aménagement pour le Pin à crochets " réalisé par la Direction Régionale Languedoc-Roussillon. Mais, si ce document les aide pour la gestion courante, des problèmes tels que substitution d'essences, obtention de la régénération naturelle, dépérissement causé par l'Armillaire dans les peuplements de pins à crochets, n'y trouvent pas de solution.

En effet, sous l'apparente uniformité de ces Forêts des Hauts-Cantons, due à l'omni-présence du pin à crochets, peuvent être soupçonnées des variations écologiques. Ce sont ces dernières que nous nous sommes attachés à décrire, à l'aide d'une étude phyto-écologique qui correspond à la première partie de notre travail.

Dans un deuxième temps, nous avons cherché à relier celle-ci aux réalités Forestières, débouchant ainsi sur un catalogue des stations Forestières.

C'est donc une démarche désormais classique que nous avons suivie, mais qu'il nous a fallu adapter à cette région de montagne méridionale où le facteur humain joue un rôle important.

THE FUTURE

The future of the world is a subject of great interest to all men. It is a subject which has been discussed for centuries, and which will continue to be discussed for centuries to come. The future is a subject which is full of uncertainty, and which is full of hope.

The future is a subject which is full of uncertainty, and which is full of hope. It is a subject which is full of mystery, and which is full of wonder. It is a subject which is full of possibility, and which is full of promise. It is a subject which is full of challenge, and which is full of opportunity.

The future is a subject which is full of uncertainty, and which is full of hope. It is a subject which is full of mystery, and which is full of wonder. It is a subject which is full of possibility, and which is full of promise.

It is a subject which is full of challenge, and which is full of opportunity. It is a subject which is full of possibility, and which is full of promise.

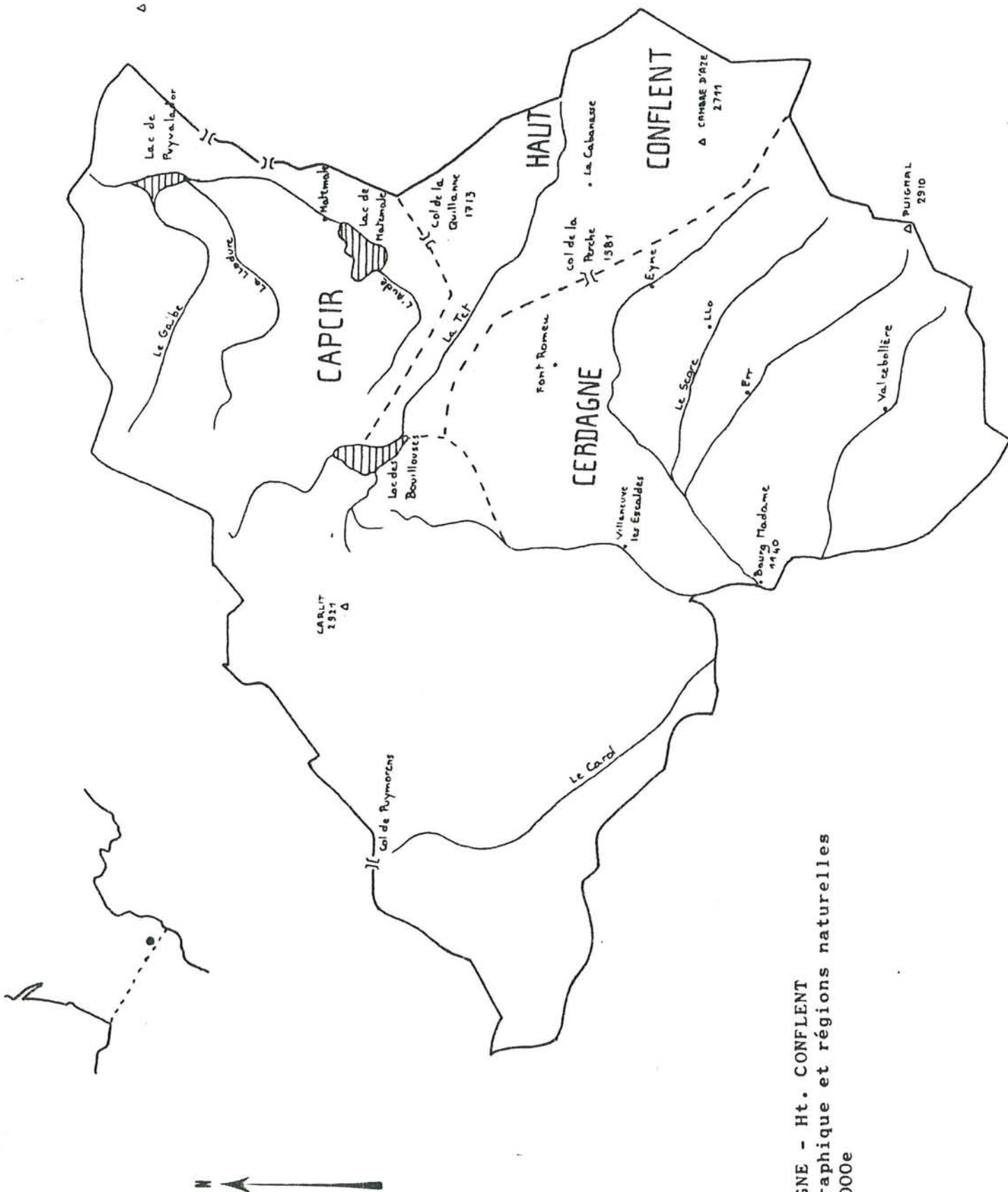
It is a subject which is full of challenge, and which is full of opportunity. It is a subject which is full of possibility, and which is full of promise.

It is a subject which is full of challenge, and which is full of opportunity. It is a subject which is full of possibility, and which is full of promise. It is a subject which is full of challenge, and which is full of opportunity. It is a subject which is full of possibility, and which is full of promise.

1° - P A R T I E

P R E S E N T A T I O N de la R E G I O N

C A P C I R - C E R D A G N E - H A U T C O N F L E N T



CAPCIR - CERDAGNE - Ht. CONFLENT
Situation Géographique et régions naturelles
Echelle 1/250 000e

1.
1° Partie : PRESENTATION DE LA REGION CAPCIR - CERDAGNE
HAUT CONFLENT -

A - LA SITUATION GEOGRAPHIQUE - LES PAYSAGES -

Capcir et Cerdagne s'étendent aux confins des Pyrénées-Orientales et de l'Ariège dans une zone de haute altitude (point culminant, le Carlit à 2921 m - Altitude moyenne : 1250 m en Cerdagne, 1500 m en Capcir). Le Haut Conflent, correspondant au cours supérieur de la Têt, leur sert de trait d'union entre les cols de la Perche et de la Quillane.

Le voyageur qui vient de parcourir l'une des profondes vallées qui y mènent reste surpris par l'ampleur des paysages. Nous nous trouvons en effet au milieu d'un ensemble de hauts plateaux que dominent de puissants massifs aux formes arrondies, le tout étant baigné par une lumière exceptionnelle. Ces traits communs sont cependant nuancés de façon notable par la position géographique de chaque région.

- La Cerdagne, au versant sud des Pyrénées, montre un net contraste entre la plaine, cultivée et verdoyante, et les montagnes qui l'entourent : au nord, la grande soulane déserte du Carlit aux teintes ocres, au sud le massif du Puigmal qu'entaillement d'étroites vallées (Eyne, LLo, Err, Valcebollère) - Celles-ci abritent la forêt de pins à crochets "suspendue" toujours très haut au dessus de la plaine et coiffée par les pâturages d'estive -

- Le Capcir, ouvert au Nord, est à l'inverse beaucoup plus austère - Sous la masse rocheuse du Carlit à l'ouest ou les pâturages du Madres à l'est, la forêt aux couleurs vert sombre descend jusque dans la plaine (forêt de la Matte) qui n'abrite que prairies de fauche et champs de pommes de terre. Seules les étendues d'eau des lacs de Matemale et Puyvalador apportent une note gaie dans le paysage -

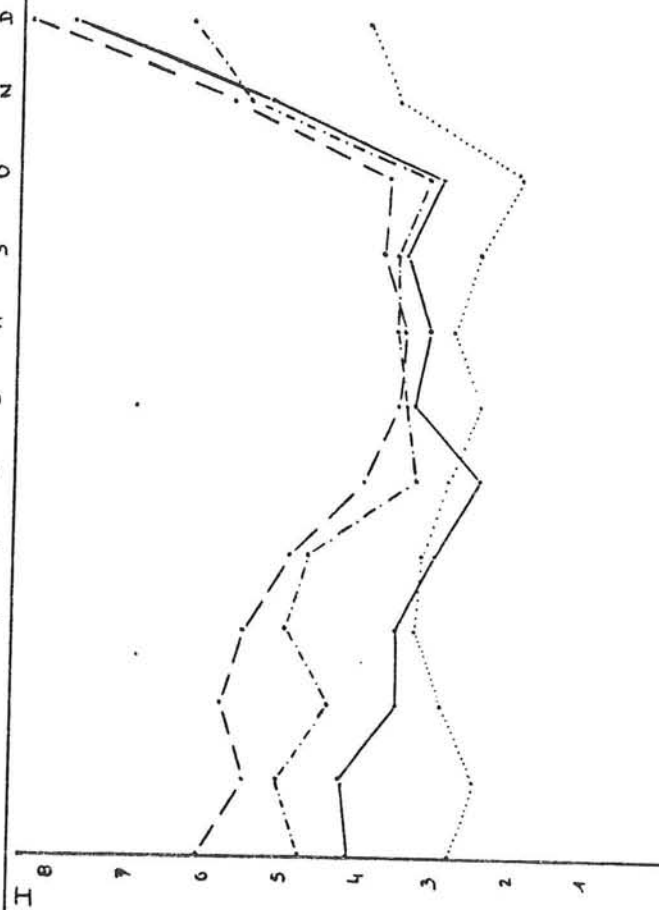
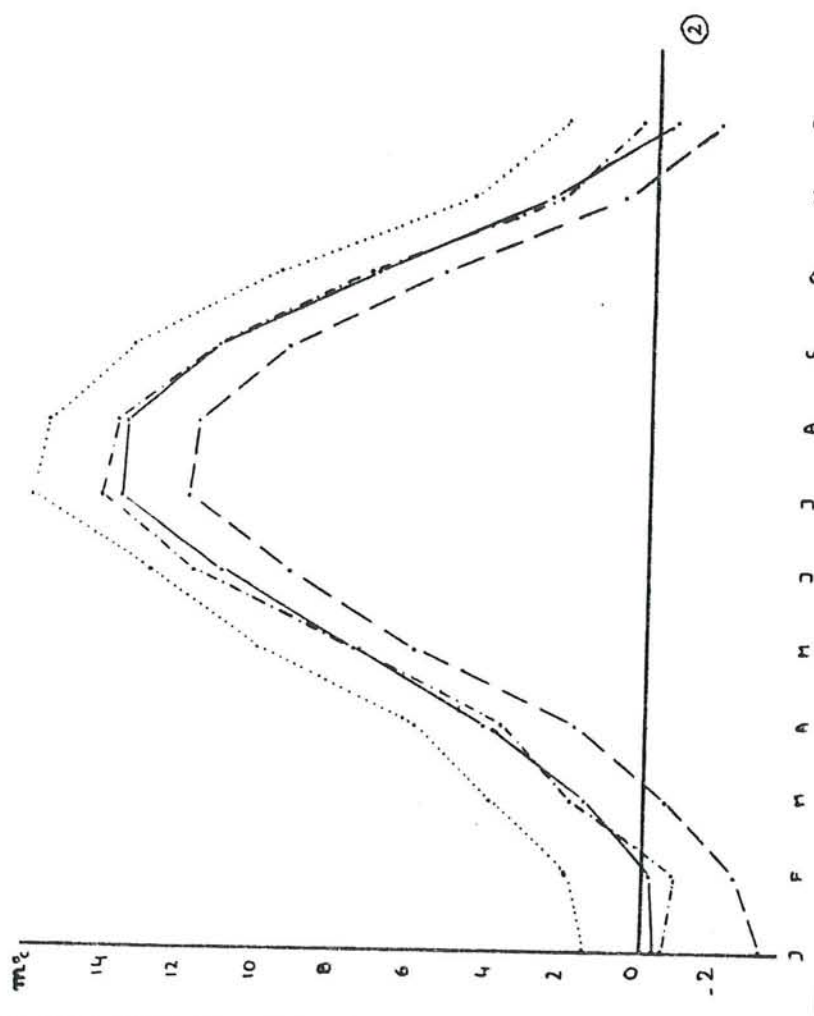
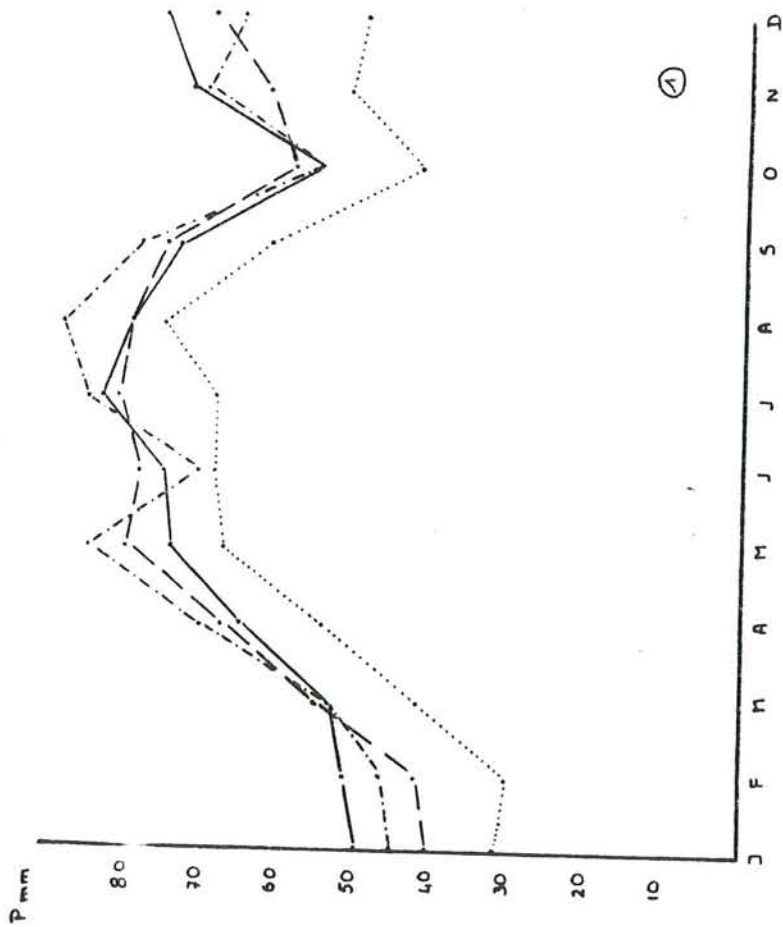
- Entre les deux, la haute vallée de la Têt s'étire d'abord en un étroit sillon qui s'ouvre en amont de Mont-Louis pour former une zone suspendue allant de la Perche à la Quillane avant de plonger vertigineusement vers le Moyen Conflent.

B - LE CLIMAT

L'imposante masse du Carlit au nord-Ouest abrite la Cerdagne et à un degré moindre le Capcir des influences océaniques tandis que l'altitude élevée les soustrait au climat méditerranéen. La région étudiée possède donc des caractères bien particuliers que nous allons essayer de dégager à partir de quelques données chiffrées.

1 - Données météorologiques

Rem : Les stations météorologiques sont nombreuses dans la région. Nous n'avons conservé, en fonction de la position géographique et la durée d'activité, afin d'avoir une bonne répar-



- GRAPHES
- ① Précipitations = p
- ② Températures = m
- ③ Indice d'aridité mensuel de
De Martonne = $\frac{12 p}{m + 10} = I$

Matemale
La Quillane
Font Romeu
Villeneuve les Escaldes

tition dans la zone étudiée et des moyennes valables, que les quatre suivantes : MATEMALE (1540 m) LA QUILLANE (1714 m) FONT ROMEU (1754 m) VILLENEUVE LES ESCALDES (1420 m).

1.1 - Les précipitations .(1)

Le tableau donne . moyenne des précipitations mensuelles (p), annuelles (P), de la saison de végétation (Pv) Juin, Juillet, Août, Septembre -

. le nombre de jours de pluie pour chacune de ces périodes (n , N , Nv)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	P	N	Pv	Nv
	p n	p n	p n	p n	p n	p n	p n	p n	p n	p n	p n	p n	P	N		
MATEMALE	50 8	52 8	54 2	66 11	75 10	76 10	84 2	80 2	74 2	56 8	73 2	76 8	826	108	314	27
LA QUILLANE	42 10	43 10	56 12	68 12	81 11	79 12	82 11	80 10	76 10	59 10	63 10	70 11	799	121	327	42
FONT-ROMEU	46 2	47 10	54 11	72 11	86 12	72 12	86 10	89 2	78 10	56 10	71 10	66 11	823	121	335	41
VILLENEUVE Les ESCALDES	33 6	31 6	43 8	55 2	68 10	69 11	69 2	76 2	63 8	43 6	53 2	50 2	653	96	277	27

On retiendra :-Un total des précipitations toujours faible surtout si on le compare à l'altitude élevée de la région.

-Une grande irrégularité d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre

Ex - LA QUILLANE - MAI 61 - 2,4 mm
AVRIL 61 - 78,7 mm

avec cependant une meilleure répartition en CAPCIR qu'en CERDAGNE.

-L'importance des précipitations de la saison de végétation (mais souvent sous forme d'orages brefs et violents) suivant le creux hivernal .

-Un total des précipitations et des jours de pluie plus faible en CERDAGNE qu'en CAPCIR.

Autres éléments liés aux précipitations

Humidité atmosphérique- LA CERDAGNE (moyenne annuelle à VILLENEUVE 55,4 (2) se montre beaucoup plus sèche que le CAPCIR (moyenne annuelle 70).

Nébulosité - Celle-ci est nettement supérieure en CAPCIR où les brouillards bloqués par la QUILLANE ne sont pas rares.

Neige - C'est un élément important pour la région - Malheureusement on ne possède que peu de données - Citons Gaussen (2)

	N. de jour	Ht.de neige	Ht.d'eau de fusion
LA CABANASSE	29,5	2989 mm	255 mm
LES BOUILLOUSES	26,4	3428 mm	207 mm
MATEMALE	31,5	3168 mm	286 mm

(1) SOURCE : Annales météorologiques des P.O. 1955 à 1977

(2) SOURCE : Gaussen Géographie botanique et agricole des P.O.

Ceci souligne le caractère neigeux du Capcir -

- nombre de jours de chute plus grand.
- total voisin des BOUILLOUSES, 500 m plus haut en altitude
- neige plus mouillée.

Pour le reste, il faut se contenter des observations habituelles

- la durée d'enneigement va de Novembre à Avril avec un maximum en Janvier, Février, Mars
- couvert forestier, exposition, pente et vent ont un rôle important sur la durée et la répartition de la neige -

1.2 - Les températures (1)

Le tableau fournit les moyennes mensuelles (m), les moyennes annuelles (M), les moyennes annuelles des minima ($\bar{m}$) et des maxima ($\bar{M}$)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M	$\bar{m}$	$\bar{M}$
MATEMALE	-0.3	-0.2	1.5	4.1	7.7	11.1	13.8	13.7	11.3	7.2	2.7	-0.5	6.1	0.3	11.9
LA QUILLANE	-3.2	-2.4	-0.6	1.9	6.0	9.3	12.0	11.8	9.5	5.4	0.8	-1.8	4.1	0.2	9.7
FONT-ROMEUE	-0.5	-0.8	1.9	3.8	7.7	10.9	14.3	13.9	11.3	7.3	2.5	0.3	6.1	1.3	10.4
VILLENEUVE LE.	1.4	2.0	4.0	6.0	10.1	13.0	16.2	15.7	13.5	9.7	4.7	2.3	8.2	2.7	13.2

On retiendra - des moyennes dans l'ensemble faibles

- un passage brutal de l'hiver à l'été et vice-versa : les saisons intermédiaires n'excèdent pas un mois.
- la rigueur plus grande du Capcir démontrée par les moyennes annuelles : M , $\bar{m}$, $\bar{M}$ sont en général inférieures de deux degrés à la Cerdagne.

Le tableau suivant, donnant le nombre de jours de gel par mois (n), par an (N) et pendant la saison de végétation (N_v), confirme ces remarques -

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	N	N_v
MATEMALE	27	24	26	19	8	1	0	1	4	12	20	27	169	6
LA QUILLANE	29	27	28	23	12	3	0	0	3	14	24	29	192	6
FONT ROMEUE	27	26	26	19	8	1	0	0	1	4	18	26	156	2
VILLENEUVE L. E.	24	24	20	12	3	0	0	0	0	3	14	24	124	0

1.3 - Les vents -

Voilà un élément important du climat - La tramontane que le massif du Carlit ne dévie guère, n'est pas rare mais des vents plus "régionaux" soulignent les nuances que nous avons relevées à propos des précipitations et des températures.

- Le Carcanet : de NW tournant au N dans la vallée de l'Aude, c'est un vent froid et humide responsable de la rigueur du Capcir - Les brumes qu'il entraîne sont souvent dissipées dans l'air sec et le soleil mais peuvent aussi envahir toute la cuvette du Capcir (nuit ou hiver) voire passer la Quillane pour s'amonceler sur la crête frontrière.

Tableau des Roches rencontrées dans la zone d'étude

: Ae	: Eboulis, chaos, cônes de déjection actuels et anciens:	: ère
: d ^{qt}	: Tourbières, marais tourbeux, mouillères	: Quaternaire
: d ^{gl}	: Chaos et remplissage des hautes vallées	:
: d ²⁻¹	: Dévonien moyen	:
: d ¹⁻⁴	: Dévonien inférieur et Silurien	:
: S ¹	: Ordovicien supérieur	: ère
: S ²⁻¹	: Schistes de Jujols et de Planolas. Ordovicien moy. et inf.	: Primaire
: S ₁	: Série de Canaveilles. Cambrien et base de l'Ordovicien (?)	:
: S ^{1b}	: Cambrien. Brèches de cipolins et dolomies	:
: S ¹	: Micaschistes de la zone de la biotite	:
: S _c ¹	: Micaschistes de la zone de la cordièrite et andalousite	: Métamorphisme
: S _s ¹	: Micaschistes de la zone de la sillimanite	: régional
: S ¹	: Orthogneiss et paragneiss acides	:
: S ²	: Orthogneiss à grands yeux de Feldspaths potassiques	:
: γ ₁	: Granites calco-alcalins à biotite, granodiorites à biotite	: Métamorphisme de contact.
: γ _p	: Granites porphyroïdes	:
: γ	: Granodiorites et diorites quartziqes à biotite et hornblende	:
: γ ₁	: Granites alcalins, granites à deux micas.	:

Cependant, comme pour toute région de montagne, nous ne devons pas sous estimer le rôle des facteurs à l'origine d'importantes variations locales :

- l'altitude qui augmente les précipitations, diminue la température, allonge la durée de l'hiver.
- l'exposition qui joue sur la sécheresse et les températures.
- L'importance des barrières de montagnes qui, arrêtant les nuages, sont plus arrosées que la plaine (caractéristique pour la chaîne du Puigmal par perturbation venant du Sud-Est).
- La position géographique plus ou moins abritée.

Nous retrouverons leur rôle dans l'étude écologique.

C - GEOLOGIE - PEDOLOGIE

La géologie régionale est, dans les Pyrénées-Orientales, très complexe car les terrains sont très anciens et ont subi successivement différentes orogénèses. On va cependant présenter les différents phénomènes importants et leurs conséquences tout en essayant de simplifier (1). L'ensemble débouche sur la présentation succincte de quelques sols que nous avons pu rencontrer et décrire dans la région.

1 - Epoque anté-hercynienne

La région qui nous intéresse porte un noyau de socle précambrien, centré sur Mont-Louis, qui appartient à la bande méridionale de la zone axiale des Pyrénées. On le reconnaît, bien que modifié par l'orogénèse hercynienne dans les terrains ~~et~~ ce dernier représentant en partie la limite supérieure du socle. Les formations paléozoïques qui surmontent ce socle antécambrien sont représentées en Capcir, Cerdagne et Haut-Conflent par une série continue du Cambrien au Dévonien supérieur. A la base, la série de Canaveilles (S₁) est constituée d'un ensemble essentiellement schisteux qui sera plus ou moins recristallisé par le métamorphisme, avec de nombreuses intercalations carbonatées. Cette série supporte en concordance apparente un ensemble de schistes ardoisiers et de schistes rubanés à lits gréseux, la série de Jujols (S₂) datée de l'Ordovicien inférieur et moyen. L'Ordovicien supérieur (S₃), peu présent dans la région d'étude, présente l'aspect de schistes calcareux. Le silurien et le dévonien inférieur n'apparaissent que très peu. Par contre le Dévonien moyen (d₂) bien que d'extension faible dans la région d'étude, présente pour nous un intérêt : constitué de calcaires massifs, souvent dolomitiques, ce sont les seuls terrains calcaires de la région.

2 - Orogénèse hercynienne

C'est l'épisode géologique le plus marquant pour la région.

2.1 - Le métamorphisme hercynien

Ce métamorphisme a contribué à la formation de terrains nouveaux :

(1) Source : Guide géologique régional Pyrénées-Orientales et Corbières, et carte géologique de la France au 1/80000 secteur de Prades.

2.1.1. - Métamorphisme régional

Le métamorphisme épizonal s'est situé dans tous les niveaux du paléozoïque jusqu'à la partie supérieure de la série de Canaveilles. Les terrains du Dévonien à l'Ordovicien, peu touchés, sont restés inchangés. La partie supérieure de la série de Canaveilles a été, elle, plus ou moins recristallisée en micaschistes - Les terrains les plus récents, encore reconnaissables, gardent le nom de S_1 .

Au delà, des transformations plus poussées permettent de définir les zones suivantes : S'_1 , S'_2 , S'_3 . Dans la mésozone (base de S_1) et la catazone (socle antécambrien) sont apparus des orthogneiss et paragneiss, que l'on regroupe sous les termes S^1 et S^2 , la limite inférieure du Cambrien n'étant pas reconnaissable.

L'anatexie régionale a formé des migmatites et des gneiss granitisés. Ce métamorphisme appartient au type basse pression, haute température. Il a culminé peu après le paroxysme orogénique.

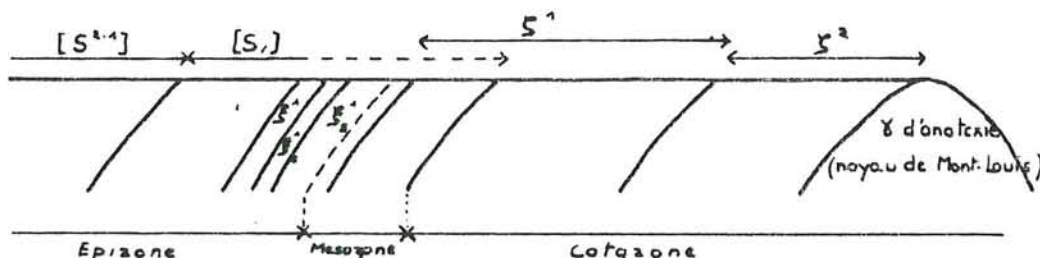


Schéma du métamorphisme régional

[] roche peu touchée par le métamorphisme.

2.1.2. Métamorphisme de contact

Subissant ce métamorphisme de basse pression, la région fut, ainsi que le reste des Pyrénées, le siège d'une intense activité magmatique d'où l'apparition d'intrusions granitiques dites synorogéniques, granite de Mont Louis, granite de Quérigut. Ces granitoïdes se mirent en place dans les terrains peu métamorphisés de la couverture paléozoïque, ayant leur sommet dans l'épizone.

Ces massifs de type circonscrit (groupe des granitoïdes supérieurs) exerçant un métamorphisme de contact s'expriment par une large auréole superposée aux isogrades du métamorphisme régional. Ce métamorphisme de contact a un chimisme calco-alcalin ; sa composition minérale étant des granodiorites (γ), des granites à biotite (γ'), des granites alcalins (γ'').

2.2 - La tectonique hercynienne

Elle s'est produite dans un domaine structural relativement profond ; sans traiter de toutes ses composantes nous pouvons dire que l'aspect du paysage a été surtout modelé par la tectonique souple post-paroxysmale, qui a donné des massifs distincts, à structure de direction générale N 110 E, à laquelle vient se superposer un système de plis de direction N 70-80 E. Ces plissements sont suivis d'une période de tectonique cassante. Dans les synclinaux 70-80, ils se créent des failles (faille de la Têt, faille de la Cerdagne).

3 - EPOQUE POST-HERCYNIEUNE

Les terrains secondaires et tertiaires sont soit absents, soit inintéressants car non recouverts par la forêt. L'orogénèse alpine a été peu ressentie dans la région. Seule la tectonique, modérée, a fait se fracturer le socle hercynien en blocs, sans le plisser : les failles tardi-hercyniennes ont rejoué. Le jeu de la faille Cerdagne - Vallées de la Têt après le miocène a causé l'effondrement de la plaine de Cerdagne et de la vallée de la Têt.

Le quaternaire a nettement modelé le paysage, surtout en Capcir et Haut-Conflent. On peut rendre compte de toutes les moraines et morphologies glaciaires par un seul épisode de glaciation. Celle-ci a, par exemple, laissé dans de multiples moraines de retrait (cas de la langue glaciaire de Mont-Louis ou de la LLadure) ou sur le bord interne des moraines latérales du Galbe, les matériaux frais éboulés des cirques et flancs des vallées glaciaires du Carlit. En outre, des alluvions récentes ont recouvert les fonds de vallées et cette haute plaine du Capcir, donnant naissance à des terrains très riches.

4 - PEDOLOGIE

Comme il nous était impossible de revenir au printemps décrire de façon plus approfondie les sols de chaque station écologique (contrainte de temps), nous avons essayé au cours de l'année de décrire quelques sols, développés par les différentes roches-mères, ceci à partir de coupes de terrain à notre disposition (entailles faites par les routes forestières...). Du fait de l'enneigement ces sols n'ont été pris qu'à basse altitude ; cependant n'ayant pu avoir en main une étude pédologique de la région, nous avons jugé utile de les présenter : - sur granite et gneiss (X)

Leur décomposition donne des sables plus ou moins grossiers accompagnés ou non de gros blocs de granite. Ces roches donnent des sols de profondeur variable. Nous avons décrit un sol podzolique (Annexe n° 1), mais on doit trouver les différents stades de la podzolisation.

- sur granodiorites (Y)

Par rapport aux autres roches granitiques, leur décomposition donne des sables très grossiers, et très homogènes, avec absence de gros blocs. Nous y avons reconnu un sol ocre podzolique (Annexe n° 2). Il faut noter que dans le dernier horizon, C, les sables sont agglomérés en un véritable ciment, très difficile à traverser.

- sur schistes (S, et S¹⁻⁴)

Le sol est constitué de fines (limons ? sables fins ?) accompagnées de cailloux de faible taille, anguleux. Nous y avons rencontré des sols bruns plus ou moins lessivés de profondeur variable (Annexe n° 3). Celle-ci semble varier selon l'angle que fait avec la surface du sol la direction du feuilletage, toujours fin. Ainsi si la pente n'est pas trop forte, le sol sera d'autant plus profond que cet angle sera proche de 90°.

- sur schistes (S¹)

Cette roche se présente sous la forme de petites

palettes de schistes, très fines, où aucun sol ne semble se former.

- sur calcaire (d^{1.1}) (Annexe n° 4)

Sa décomposition donne de l'argile avec des cailloux anguleux de taille variable. En général il y a réaction à l'acide sur tout le profil, sauf localement en surface. Nous y avons trouvé, selon la profondeur du sol, toute la gamme des sols carbonatés, lithosols, rendzines, sols bruns calcaires. La roche-mère est toujours très compacte : on peut parler de dalle calcaire.

- sur glaciaire issu de roches granitiques

Sa décomposition donne des sables accompagnés de cailloux de granite, arrondis, de taille variable, et parfois des éléments très fins. Nous avons reconnu sols podzoliques et podzols. La profondeur de ces sols est toujours assez grande (> 50 cm). En outre la roche-mère étant constituée d'un agglomérat de gros blocs de granite arrondis, les racines des arbres peuvent s'y insinuer (Annexes n° 5, 6).

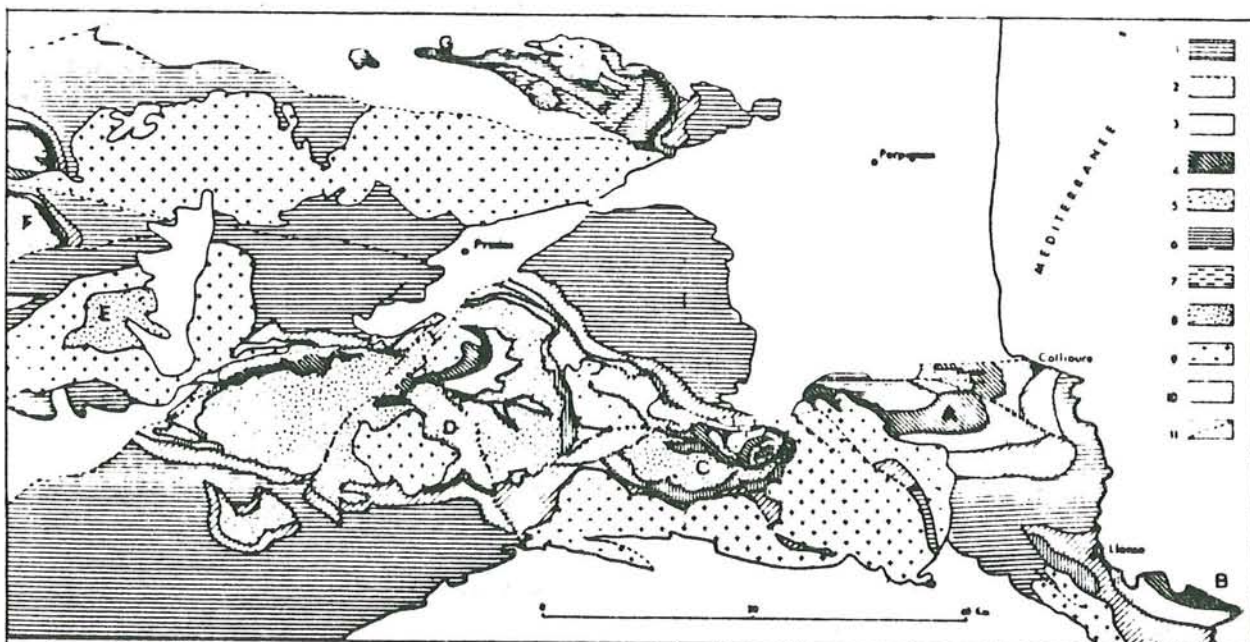
- sur glaciaire issu de roches schisteuses, calcaires ou mélangées.

Sa décomposition donne des éléments très fins (argiles ? et limons ?) accompagnés parfois de sables fins, et de cailloux de taille et de nature variées. Les sols observés (voir Annexe n° 7) sont des sols bruns qui pour certaines moraines sont calcaires, toujours profonds.

- sur alluvions (forêt de la Matte) (voir annexe n° 8)

Dans la plaine les sols sont composés d'argile, de sables fins et de quelques petits galets en surface. Ce sont de beaux sols bruns dont la profondeur varie de 50 à 100 cm, voire plus.

Nous avons donc un éventail de sols assez grand qui vont jouer un rôle dans l'analyse phytosociologique du milieu. Et si finalement sur la roche en place et sur la moraine qui en est issue nous trouvons le même type de sol, il ne faut pas oublier que le volume de sol exploitable par les arbres est toujours plus important sur moraine, élément que nous retrouverons dans l'étude des stations forestières.



A. massif des Albères. - B. zone de Lansa. - C. massif du Roc de France. - D. massif du Canigou. - E. massif de Mont-Louis. - F. massif de l'Aston et de l'Hospitalet. - G. massif de l'Agly.

Massifs hercyniens des Pyrénées Orientales

(guide géologique régional)

- 1.2.3.6. Couverture paléozoïque
- 8.6.7. Sols précambrien
- 8.8. Granitoïdes hercyniens
- 10. Terrains post. hercyniens
- 11. Failles.

D - LA VEGETATION NATURELLE

1 - Les origines

Nous nous trouvons à un carrefour de différentes aires floristiques; c'est ainsi que l'on peut dénombrer :

- 71 espèces boréo-arctiques en limite Sud de leur aire.
- 74 espèces alpines.
- de nombreuses espèces hispaniques et méditerranéennes en limite nord ou altitudinale.
- de nombreuses espèces euroasiatiques.
- une trentaine d'endémiques.

2 - Les séries de végétation

2.1 - Série du chêne-rowvre

Elle est limitée à la plaine cerdane et consiste en garrigues et pelouses -

2.2 - Série du Hêtre

Recherchant une forte humidité atmosphérique, le hêtre est exclu de la Cerdagne et ne se rencontre, sur quelques hectares, qu'à l'extrémité nord du Capcir où pénètrent un peu les brouillards de l'Aude.

2.3 - Série du Sapin

Le Sapin recherchant plutôt l'humidité du sol, c'est une série plus étendue. Abondante dans la partie Nord du Capcir, elle s'aventure d'ubac en ubac jusqu'à la Têt. En Cerdagne existeraient quelques pieds isolés de sapins. En altitude elle ne dépasse guère 1800 m.

2.4 - Série du Pin Sylvestre

Beaucoup plus développée que les précédentes, elle occupe la plaine du Capcir et toutes les soulanes du Capcir, de la Têt et de la Cerdagne - C'est dire combien le pin sylvestre recherche les expositions chaudes et ensoleillées - Comme le sapin, il ne s'aventure guère au dessus de 1800 m.

2.5 - Série du Pin à Crochets

Avec elle nous pénétrons dans l'étage subalpin où les conditions deviennent plus dures. Froid, neige et sécheresse en sont les traits principaux montrant les qualités de résistance du Pin à Crochets.

2.6 - Etage alpin

Au dessus de la limite supérieure de la forêt, le passage se fait progressivement aux pâturages et landes alpines.

Remarque :

Nous verrons plus loin que le paysage forestier actuel est bien éloigné de ces conditions naturelles.

E - FACTEURS BIOTIQUES

La forêt de cette région est assujettie à différents facteurs biotiques, facteurs humains et autres. La colonisation par l'homme du paysage forestier (défrichement par la hache ou par le feu, agriculture, élevage) est très ancienne (voir F - La Forêt). Actuellement une seule de ces activités reste importante, le pâturage. Mais une apparition nouvelle, le tourisme, cause de graves dommages à la forêt.

Autres que l'homme, le gibier, aux effectifs peu nombreux, que ce soient grands mammifères, tétas, ..., n'intervient guère sur la forêt, contrairement au parasite végétal, l'Armillaire, qui lui se fait sentir sur l'ensemble de la région.

1 - Le pâturage en Capcir, Cerdagne et Haut-Conflent

Dans cette région le pâturage est un élément important du paysage forestier car toutes les forêts sont grévées de droits d'usage au pâturage. La réglementation de ces droits d'usage date de 1302, à l'époque des rois d'Aragon. En effet Cerdagne, Capcir et Haut-Conflent étaient essentiellement le lieu d'estivage pour les troupeaux du royaume d'Aragon. Les surnoms locaux en témoignent : "Les Pasquiers Royaux" regroupent les forêts de Barrés, Coste del Pam et du Val de Galbe ; La Calme signifie un pâturage de haute altitude (Forêt de la Calme). Depuis cette époque, le seul changement intervenu est dû au Code Forestier de 1827, qui interdit le pâturage dans les parties de forêt en régénération, ainsi que le pâturage des ovins en forêt. Le pâturage sur les terrains communaux et domaniaux a toujours été fortement utilisé car plus facile pour les paysans, le gardiennage n'étant pas nécessaire. (Voir carte pâturage en annexe)

1.1 - Répartition et description de ce pâturage

1.1.1. - Les secteurs de pâture

D'une façon générale, on définit trois secteurs :

- secteur inférieur : ce sont les prairies de fauche irriguées et fumées, près des villages, ainsi que les bocages de fonds de vallées.

- secteur moyen : le plus intéressant pour nous car il est situé dans la zone forestière. Pâturage de transition et parcours en forêt ont créé des clairières d'assez grandes surfaces, exploitées à la montée et à la descente des troupeaux.

- secteur supérieur : zone pastorale. Sur les replats, aux abords de la zone de combat de la forêt, des postes de séjour estival ("Les Jasses") se sont constitués où le pâturage et les "incendies volontaires" ont fait reculer la limite supérieure de la forêt. Au-dessus sont situés les pâturages d'altitude.

1.1.2 - L'exploitation des pâturages (1)

Les bêtes, ovins, bovins et équidés, quittent les villages courant Juin. Ils montent vers les pâturages d'été ou estives,

(1) "Cerdagne et Capcir" de J. FERRER

situés à partir de 1700 m. Ce pâturage d'estive, c'est un pâturage facile entre les pins disséminés des forêts. Aux heures chaudes et à la nuit, les troupeaux se rassemblent dans les Jasses (prairies naturelles sur des replats à la limite supérieure ou à l'intérieur des forêts, "Jasse du Pla del Bouc", avec un point d'eau et un refuge pastoral). A 1900 m voire 2000 m on trouve encore les troupeaux de vaches, et plus haut paissent les troupeaux de moutons ainsi que des troupes de 30 à 40 chevaux à demi-sauvages. Fin Septembre, courant Octobre, ces bêtes redescendent vers les villages juste avant les premières chutes de neige. Avant que celles-ci ne les bloquent dans les étables, elles continuent à paître dans les prairies de fauche aux abords des villages. L'hiver se passe donc à l'étable.

En effet beaucoup de ces troupeaux proviennent des villages de la région, la transhumance est faible.

1.2 - Domages causés à la forêt par le pâturage

A l'approche des jasses, le peuplement forestier prend l'aspect d'une structure irrégulière ou pré-bois. C'est dans ces endroits que le pâturage gêne le plus la forêt. La densité des arbres est faible, de l'ordre de 150 arbres à l'ha. L'état sanitaire y est médiocre (un exemple donne 30 % de morts). La régénération de Pins à Crochets se fait par taches plus ou moins denses ou par pieds isolés, mais reste faible, inférieure à 10 % de la surface. Ces chiffres donnés en exemples ont été pris à la Jasse de GAGNADE.

Le broutement s'effectue sur toute la surface : tout est rasé. Les plantes présentent des dimensions inférieures aux dimensions habituelles. Les jeunes pins (on ne trouve comme essence pratiquement que le Pin à Crochets) prennent l'aspect de boule : Le bourgeon terminal est régulièrement abrouti. Le bétail joue d'ailleurs de manière sélective, préférant les jeunes pousses de Sapins qui pourraient s'y développer par exemple ; le Pin à Crochets moins agréable aux bêtes, et essence plus rustique, semble être le seul à leur avoir résisté (1). Ainsi les arbres adultes présentent toujours des formes variées, rarement droites ; échappent à cette règle ceux qui ont la chance de naître à l'abri, d'une touffe de genévriers par exemple. Les diamètres par contre sont assez élevés, car ces arbres poussent à l'état isolé.

Hormis la végétation forestière, des touffes de genévriers ou de genêts purgatifs s'étalent par taches (de 5 à 6 m de circonférence, basses, inférieures à 70 cm), peu nombreuses (voir Annexe n° 9). On remarque que, outre les plantes qui caractérisent les pâturages (voir étude floristique), d'autres voient leur développement favorisé par contre-sélection telles les plantes piquantes ou vénéneuses, *génista anglica*, *aconitum nappellus*, *vératrum album*, ou des graminées, déplaissantes au bétail ; celles-ci développent des tapis denses et épais, telles *festuca eskia*, *nardus stricta*. Ce tapis trop dense étouffe la régénération.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de ces Jasses, le pâturage marque moins le paysage, le sol n'est pas entièrement brouté, des chemins de vache apparaissent, la densité des arbres augmente. La régénération semble mieux résister au passage du bétail, l'abroutissement est moindre. La végétation sous-ligneuse apparaît. A quelques centaines de mètres de la Jasse, le pâturage n'est plus intensif, le peuplement forestier n'est guère gêné par celui-ci ;

(1) Anciens Aménagements de la forêt communale de FORMIGUERES

C A P C I R - C E R D A G N E

Année	F.D. Bêtes marquées			F.C. Bêtes déclarées		
	Equidés	Bovins	Ovins	Equidés	Bovins	Ovins
72	22	439	2488	188	861	11089
73	30	645	4000	113	1875	9057
74	30	745	4237	145	1920	4549
75	36	1949	5240	145	1886	8647
76	340	1790	6003	238	868	3565
77	332	655	3530	371	960	2018
78	14	1006	3442	121	1862	3200
79	187	954	1584	40	1584	1366

Les forêts ne servent alors que pour le passage des troupeaux vers les pâturages d'altitude.

1.3 - Evolution actuelle

L'exode rural se faisant sentir dans ces régions agricoles pauvres, le pâturage diminue et la forêt se réinstalle d'où elle avait été chassée. Sa limite inférieure descend, sa limite supérieure remonte légèrement. La forêt gagne sur les prairies de fauche abandonnées ; les clairières et les chemins de parcours se ferment. Une zone de combat avec lande à rhododendrons se réinstalle en altitude. Les versants chauds se couvrent de landes subalpines et alpines à genêts purgatifs.

L'Administration a fait des efforts pour favoriser le pâturage hors-forêt, et le faire disparaître en forêt, car il est nuisible pour celle-ci alors que les herbes des sous-bois ont peu de valeurs nutritives pour le bétail (1). De 1954 à 1966, à l'aide de subventions, les pâturages hors-forêt ont été améliorés, des routes forestières créées, des refuges pastoraux construits hors forêt. Il y a eu échec quant à l'amélioration des prairies (rotations non suivies ...)

D'autre part le pâturage en forêt ne continue à persister que parce que les problèmes fonciers sont insolubles. En effet les surfaces autrefois agricoles de la vallée suffiraient pour nourrir tous les troupeaux, au moins de bovins, mais les terres proches des villages, non cultivées, ne peuvent être facilement mises en valeur par d'autres que les propriétaires, et ces terrains sont mangés par l'urbanisation récente due au tourisme. D'autant plus que le cheptel actuel déclaré comme paissant en forêt est supérieur au nombre réel (obtention de subventions plus élevées). D'énormes progrès et réformes qui laisseraient la forêt intouchée seraient donc à réaliser avec la participation active des paysans.

2 - Le tourisme -

Cette activité, récente, mais parfois si néfaste à la forêt, doit être présentée ici car elle joue un rôle important en Capcir Cerdagne et Haut-Conflent. Pour situer le problème, donnons quelques chiffres :

:	:	:	:	:	:	:	:
:	A n n é e	:	1 9 6 8	:	1 9 7 5	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	Région	:	Capcir;H.Conf;Cerdag;	:	Capcir;H.Conf;Cerdag;	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	Nb. Communes	:	6 : 6 : 17	:	6 : 6 : 17	:	:
:	Nb. Habitants	:	1004 : 1401 : 7471	:	982 : 1545 : 8388	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:

Ces pays qui se mouraient doucement (Le Capcir en donne encore l'exemple) voient un repeuplement se faire, dû au tourisme. Ainsi la population de Cerdagne a cru de 11,8 % de 1968 à 1975, et un village du Capcir, les Angles a vu son nombre d'habitants augmenter de 26,7 % depuis 1968, ceci dû exclusivement au tourisme.

(1) Gaussen - Géographie botanique et agricole des P.O. (1934)

2.1 - Les causes de ce tourisme

Il s'est développé le tourisme d'été et tourisme d'hiver pour diverses raisons, dans l'ordre :

- qualités climatiques et paysagères des Hauts-Cantons (Moyenne montagne, lacs, climat agréable)
- Notoriété déjà ancienne de la station climatique de FONT-ROMEÜ
- Voisinage de l'Andorre et de l'Espagne.

2.2 - Le tourisme d'été -

Il s'est concentré tout d'abord autour des refuges pastoraux et des routes forestières. L'Office National des Forêts a réalisé des équipements spécifiques, aires de pique-nique, fontaines, terrains de jeux (Forêt d'Osséja), sentiers balisés, camping (Forêt de Barrés). Ce tourisme ne pose en fait pas de problèmes. Il faut simplement surveiller certains endroits très fréquentés pour éviter tout début d'incendie (seul événement notable : 1 incendie dû à un pique-niqueur en 1962 sur 500 ha de la forêt du Val de Galbe).

2.3 - Le tourisme d'hiver

2.3.1 - Les Bases

Cette activité met en jeu l'intégrité de la couverture forestière des Hauts Cantons. C'est une menace car tous les équipements sont implantés au cœur des boisements ; seule la forêt est un écran protecteur contre le soleil et les vents, si fréquents et si souvent violents, donc seule pourvoyeuse d'un enneigement durable. Pourtant sa rentabilité est discutable (tourisme de week end depuis la côte du Roussillon, ski "social" à prix réduit).

2.3.2 - Historique

La première station en date est FONTROMEÜ. On a constaté que du moins au départ l'installation développe l'économie. Il n'y a pas eu opposition de la part de l'Administration et de l'Office National des Forêts jusqu'à ces dernières années. Mais en 1972 un afflux de demandes fait faire marche arrière à l'Office, qui aimerait que l'administration soit plus stricte.

2.33 - Conséquences -

Toutes ces installations impliquent :

- un morcellement brutal des massifs. De plus il s'agit d'un découpage dans une forêt souvent vieillie et malade. On risque ainsi de créer des zones de chablis où le reboisement sera beaucoup plus difficile, favorisant le développement de l'Armillaire (voir paragraphe suivant).
- un déséquilibre biologique des peuplements et de la faune.
- des problèmes sylvicoles quant à la gestion future de ces peuplements en lanière, qui ne resteront pas éternellement adultes.

- un risque de reprise d'érosion.
- un paysage maculé.

Quand en outre on sait que beaucoup de ces projets n'aboutiront pas car de gros problèmes de financement et de rentabilité vont se poser, il faut arriver à un aménagement du territoire protégeant la forêt actuelle et compter sur un arbitrage préfectoral.

3 - L'Armillaire

L'Armillaire ou *Armillaria mellea* est responsable d'une maladie des arbres connue sous le nom de pourridié. Le développement de cette maladie est très important en Capcir, Cerdagne et Haut-Conflent où elle touche toutes les forêts de Pins à Crochets.

3.1 - Description brève de l'Armillaire

L'Armillaire est un champignon banal, saprophyte, existant dans toutes les forêts sur les souches exploitées. C'est un parasite secondaire, car il ne s'attaque qu'aux arbres affaiblis dans de mauvaises conditions de végétation.

Ce champignon se propage de souches en souches, ou vers les arbres affaiblis, par son réseau mycélien. En cas de parasitisme, le réseau mycélien enveloppe progressivement, entre l'écorce et le liber, d'abord les racines puis le tronc. Après un dépérissement qui peut durer plusieurs années (chute plus rapide des aiguilles d'où l'éclaircissement du houppier) l'arbre meurt brusquement faute de sève.

3.2 - Historique

La maladie aurait commencé à sévir avant 1889 dans les forêts de Saint-Pierre, Planés, Barrés et Bolquère, puis elle s'est étendue aux autres forêts de la région. Actuellement on peut l'observer dans toutes les forêts de Pins à Crochets, sur les arbres adultes ; elle ne touche pas la régénération.

3.3 - Les causes de son développement

Reconnue comme cause de pourridié, l'Armillaire a été observée depuis le début du siècle. Son fort développement dans la région s'explique par différentes raisons.

Tout d'abord du fait de l'homme, les forêts de la région ne sont pratiquement composées que d'une seule essence, le Pin à Crochets. Et on sait que toute monoculture favorise le développement du parasitisme.

On a accusé aussi le pâturage en forêt, pression très forte, qui rend en effet les conditions de croissance des arbres plus difficiles. Mais il semble que l'un des principaux promoteurs de l'extension de cette maladie soit les forestiers eux-mêmes. D'après De Falvelly (1928) "Le Pin à Crochets rencontre dans les Pyrénées-Orientales des conditions de végétation très favorables et peut facilement acquérir vers 120 - 140 ans un diamètre de 0,35 à 0,40 m. Après cet âge il marque rapidement un dépérissement très accentué.. Ce fut donc une grave erreur d'adopter dans les premiers aménagements de Pins à Crochets des révolutions de 180 et même 240 ans..."

(Exemple : Aménagement de 1889 de la forêt communale de FORMIGUERES). Les âges d'exploitation trop élevés ont affaibli les arbres et laissé vieillir un grand nombre de ces forêts.

On peut rappeler aussi les observations faites par le brigadier VILLACEQUE à MATEMALE, consignées dans l'aménagement de 1955 - 1978 de FORMIGUERES. Selon lui, l'attaque de l'Armillaire se déclenche violemment après une éclaircie brutale, ou une importante chute de châblis. Ainsi lorsque le service forestier a commencé à faire des trouées pour la régénération dans les très vieux peuplements, l'Armillaire s'est très vite développée, élargissant ces trouées, s'attaquant à l'ensemble des peuplements. Selon ce même brigadier, ces attaques d'Armillaire seraient favorisées par une mise à jour brutale d'une couverture morte abondante, alors qu'elles ne se produiraient pas si le sol est recouvert de gazon ou d'une importante régénération de Pins à Crochets, celle-ci n'en souffrant nullement.

En conclusion nous pouvons dire qu'une gestion saine, un âge d'exploitabilité modéré ramèneraient l'Armillaire à son simple état de saprophyte. Il faudrait en outre que l'exploitation laisse le sol forestier propre, sans branches mortes. On peut donner l'exemple des forêts andorranes qui, exploitées très jeunes (à 90 ans), ne présentent aucune trace de pourridié.

F - LA FORET

L'étude des conditions naturelles et surtout celle des facteurs biotiques nous ont fait pénétrer dans le milieu forestier de Capcir Cerdagne. Quelques compléments, notamment au niveau historique, vont nous permettre de dresser un panorama général de la forêt actuelle -

1 - Evolution historique -

Il est vraisemblable que la forêt originale devait être en équilibre avec le milieu naturel qui, bien que difficile a permis le développement d'essences variées : chênes dans la plaine de Cerdagne, Pin Sylvestre et Sapin à l'étage montagnard, Pin à Crochets à l'étage subalpin, sans compter toutes les essences secondaires : Bouleau, Tremble ... Mais l'installation de l'homme et le rapide accroissement de la population ont profondément modifié cet état initial, la Cerdagne, plus accueillante, ayant été plus touchée que le Capcir. La plaine et le bas des pentes ont été défrichées ; ainsi ont disparu les chênes tandis que Sapin et Pin Sylvestre, victimes en plus d'exploitations abusives, regressaient fortement - Le pâturage exerçait ses méfaits jusque dans la forêt de Pin à Crochets.

Cependant, la période actuelle marquant une régression de l'activité humaine, la forêt tend à reconquérir du terrain ; difficilement sur les soulanes et les pâturages supérieurs des ombrets qu'elle laisse aux landes à genêt ou rhododendron, mais beaucoup plus aisément vers les anciens champs ou prairies de fauche de la partie inférieure. Mais seul le Pin à Crochets ayant subsisté, nous nous trouvons face à une forêt secondaire où cette essence est presque à l'état pur.

2 - Etat actuel et gestion forestière (ANNEXE n°10)

Quelques chiffres vont fixer plus exactement l'image actuelle de la forêt.(1)

(1) Source : Avant projet général d'aménagement pour le pin à crochets ONF, Direction régionale languedoc-roussillon.

		Forêts Domaniales	Forêts Communales	TOTAL
Surface totale	ha	6 030	11 526	17 556
Surface boisée	ha	1 886	9 855	11 741
- % de ST		31	85	67

Essences -

Pin à Crochets	10 581 ha	soit 90,1 % de la surface boisée
Pin Sylvestre	867 ha	7,4
Sapin	188 ha	1,6
Epicéa	66 ha	0,6/
Hêtre	26 ha	0,2
Divers	13 ha	0,1

Nous retiendrons :

1/ L'importance des vides qui souligne des conditions naturelles difficiles (altitude, zone rocheuse, mouillères ...) et les pressions du pâturage (jasses, pâtures supra forestières) et du tourisme (pistes de ski...) - La forêt domaniale est d'ailleurs plus touchée que la forêt communale.

2/ L'écrasante domination du Pin à Crochets - Derrière lui, seul le Pin Sylvestre a une certaine importance tandis que le Sapin reste limité au Capcir et Haut-Conflent en peuplements isolés - Enfin, de nouvelles essences, Epicéa et Mélèze surtout, ainsi que divers Sapins ont été introduites depuis la fin du siècle dernier -

Cette forêt, dans son état actuel n'est pas d'un rapport négligeable (30 000 m³/an, 1 000 000 F/an) - Pourtant, elle pose de nombreux problèmes : monoculture du Pin à Crochets, régénération difficile, pressions dues au pâturage et au Tourisme, attaque de l'Armillaire - Tout ceci a amené la Direction Régionale de l'O.N.F. à lancer en 1969 une étude d'ensemble.

L'inventaire, mené avec le concours de l'Inventaire forestier national, a conclu en particulier :

- à un volume et un accroissement faible (116,3 m³/ha et 2,4 m³/ha/an)
- à un âge moyen élevé avec de nombreux peuplements à durée de survie limitée, à régénération incomplète, à volume sur pied très supérieur à la moyenne.

Le responsable numéro 1 incriminé a été le traitement en futaie jardinée avec possibilité faible et âge d'exploitation élevé -

La solution proposée : la méthode combinée appliquée à la futaie régulière par parquet :

- avec un âge d'exploitabilité de 120 ans pour 40 cm de diamètre.
- pour une durée de 40 ans en F.D.
de 35 ans en F.C.
- avec possibilité contenance impérative de 30 ha/an en F.D. et 137 ha/an en F.C.
- accompagnée d'important travaux de régénération artificielle -

Les Aménagements des diverses forêts s'efforçant de suivre ces mesures, en devrait arriver à un rajeunissement sensible des bois.

II° - PARTIE

La METHODE d'ETUDE

II° Partie : LA METHODE D'ETUDE.

A - CHOIX DE LA METHODE

1 Les méthodes d'étude de station

On distingue habituellement des méthodes mono et plurifactorielles.

1.1 - Méthodes monofactorielles

Elles n'étudient qu'un seul facteur :

- méthode topographique et géomorphologique - limitées aux zones abiotiques.
- méthode pédologique : utilisant le sol, elle est difficile à mettre en oeuvre en montagne où, à cause de la neige, elle perd même l'avantage d'être utilisable en toute saison.
- méthodes phytosociologiques : que ce soit la méthode des types de forêts de Cajander (inadaptée à la variété de nos forêts), la méthode de Braun-Blanquet ou celles des groupes écologiques, elles utilisent toutes la végétation spontanée.

1.2 - Méthodes plurifactorielles

Plus satisfaisantes pour l'esprit, elles sont d'un emploi beaucoup plus lourd.

- méthode plurianalytique : la superposition des cartes des divers facteurs étudiés permet de définir les stations.
- méthode Duchaufour : une carte des sols et une carte de la végétation sont dressées ensemble puis synthétisées en une carte des stations par le jeu de corrélation entre types de sol et unités phytosociologiques.
- méthode de Kopp : en chaque point on fait un relevé floristique, un sondage pédologique et on note la topographie. Topographie et pédologie définissent des types de stations. On détermine ensuite des groupes de stations par les associations végétales et des mesures sur le peuplement.

2 Les conditions du choix

2.1 - L'objectif

Pour réaliser le catalogue des stations forestières, il faut établir la carte d'identité des stations donc fournir leurs caractères floristiques, écologiques et forestiers.

2.2 - Les documents initiaux

Ils étaient fort peu nombreux :

- les cartes topographiques au 1/25 000°.
- La carte géologique au 1/80 000°.
- Les photographies aériennes avec malheureusement une couverture récente (78) que pour le Capcir.
- L'Avant Projet Général d'Aménagement pour le Pin à Crochets rapport de la direction régionale datant de 1970.
- Les travaux déjà anciens de Gaussen sur la région.

2.3 - Les contraintes

2.3.1. Contraintes de temps

Elles sont de plusieurs ordres :

- le mémoire commence début Juillet et la rédaction s'achève fin Avril.
- la durée d'enneigement s'étale de Novembre en Mai.
- La végétation n'est reconnaissable que jusqu'au début octobre.

2.3.2. Contrainte d'espace

L'ensemble des forêts que le catalogue doit permettre de cartographier couvre 12 000 ha - Cela aura une influence directe sur l'échantillonnage.

2.3.3. Contraintes liées au milieu montagnard

Celui-ci peut être source de difficultés supplémentaires (le relief rend le cheminement plus difficile donc la mesure précise des distances impossible) ou au contraire d'avantages (la localisation est plus aisée grâce à la notion d'altitude et aux accidents du relief aisément perceptibles, ...).

2.3.4. Contraintes matérielles

Si le matériel de terrain ne nous a pas fait défaut, l'éloignement, le prix de revient ainsi que notre inexpérience du traitement par ordinateur nous a fait repousser celui-ci.

3. La méthode utilisée

Tous ces éléments nous ont amenés à réaliser :

- un échantillonnage subjectif et stratifié (contrainte d'espace, milieu montagnard...).
- une prise simultanée des données floristiques, écologiques et forestières (contrainte de temps).
- une définition phytosociologique des groupes et stations floristiques par traitement manuel (contrainte matérielle).
- une interprétation écologique de ces groupes et stations floristiques.
- une définition des stations forestières.

B - MISE EN OEUVRE

1. Au bureau

Notre travail a porté successivement sur la mise au point de l'échantillonnage puis sur la réalisation de la fiche de relevé.

1.1 - L'échantillonnage

1.1.1 - Les différents types d'échantillonnage

- échantillonnage subjectif : Une étude préalable définit des zones homogènes dans lesquelles on choisit l'emplacement des relevés.
- échantillonnage au hasard : on tire au hasard l'emplacement des relevés.
- échantillonnage systématique : les relevés sont placés systématiquement sur un transect ou sur les mailles d'un quadrillage.

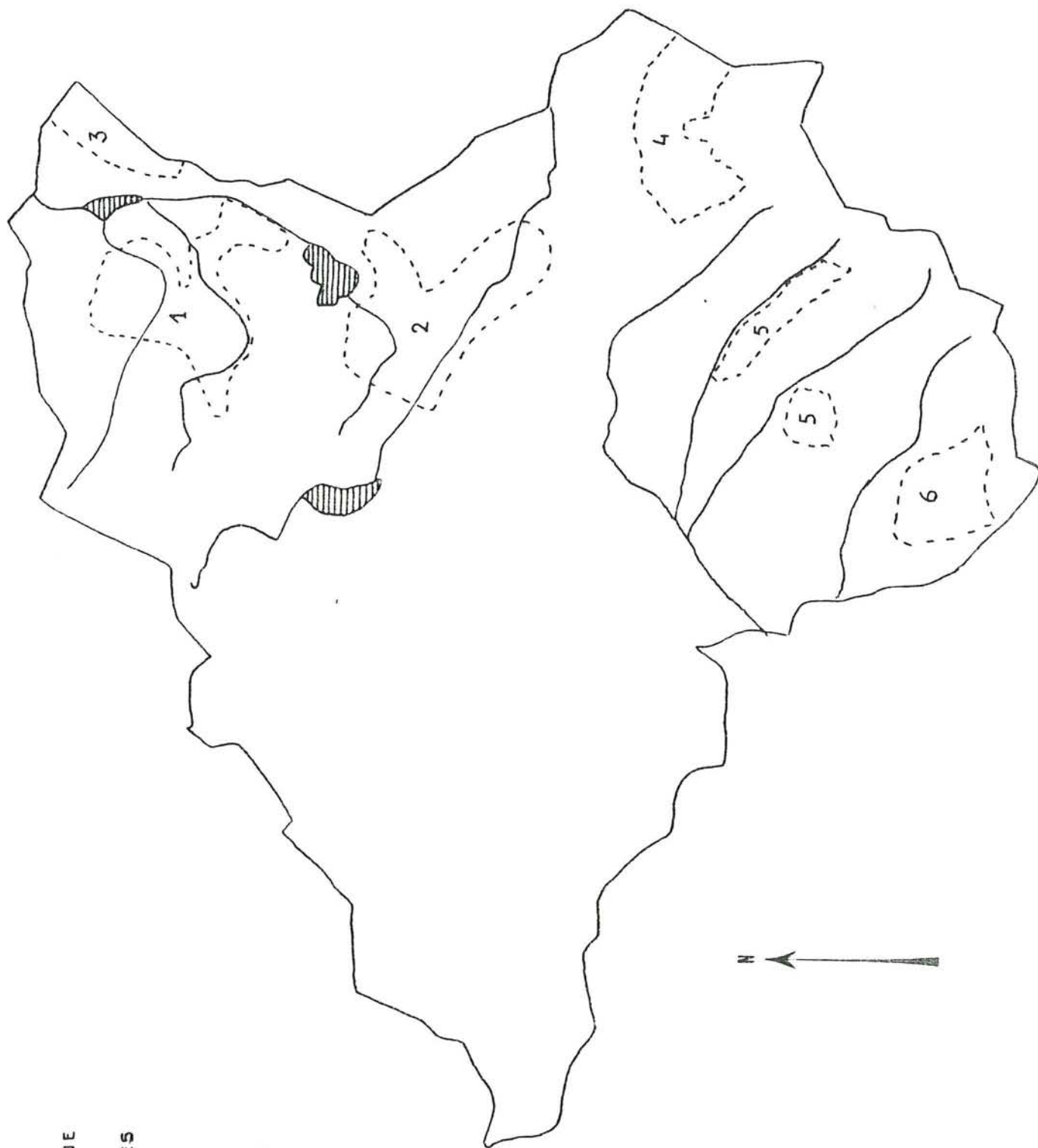
SITUATION GEOGRAPHIQUE

DES MASSIFS ECHANTILLONNES

----- Limite du massif

1 Numéro du massif

$\frac{1}{250\,000}$



- échantillonnage mixte : un échantillonnage subjectif permet de définir des zones homogènes que l'on parcourt ensuite systématiquement.
- stratification de l'échantillonnage : on fait en sorte d'avoir un nombre suffisant de placettes dans chaque zone homogène.

1.1.2 - L'échantillonnage mis en oeuvre

Il s'appuie sur le postulat suivant : nous pouvons retenir trois critères - dont le rôle stationnel est certain

- dont la mise en évidence est facile sur une carte ; il s'agit de l'altitude, de l'exposition, de la roche-mère.

A partir de là, la réalisation s'est faite en 5 étapes.

1° Etape : Le milieu a été découpé en zones de même roche-mère car, des trois critères, c'est le plus simple à délimiter sur une carte.

2° Etape : sur chaque roche-mère ainsi délimitée, ont été repérées :

- les limites altitudinales inférieures et supérieures
 - les différentes expositions représentées
- } de toutes les forêts.

3° Etape : recherche sur l'ensemble de la région de massifs forestiers permettant - en une surface minimum

- d'avoir une variation maximale des 3 critères retenus, et tels que l'ensemble couvre toutes les variations de ces 3 critères.

En outre ces massifs - devaient être faciles d'accès pour que leur parcours complet soit réalisable en une saison d'été.

- devaient présenter un maximum de peuplements adultes pour ne pas dévaloriser les relevés floristiques.

4° Etape : implantation des placettes

Pour des raisons de commodité, les placettes ont été implantées sur des cheminements - à altitude constante le plus souvent possible.

- dans le sens de la plus grande pente dans les autres cas.

a/ la première idée fut de mettre les placettes tous les x mètres sur ces cheminements ; Avec x tel que le nombre de placettes soit suffisant pour avoir de bons résultats mais pas trop élevé en vue d'un traitement manuel.

Nous pensions ainsi couvrir de façon aléatoire les variations des facteurs écologiques non aisément repérables sur une carte : pente, position topographique...

b/ Une évolution rapide s'est faite à la suite des observations suivantes :

* La distance à parcourir (estimée à 120 - 150 km), Le terrain accidenté et la végétation "exubérante" (genêts, rhododendrons), rendent l'emploi du toposil impossible - L'équidistance entre placettes ne pouvait donc plus être respectée.

* Toutes les variations des facteurs écologiques n'étaient pas couvertes de façon satisfaisante :

- fonds de vallons et replats souvent ignorés.
- différentes valeurs de la pente mal représentées.
- même les expositions n'étaient pas toutes présentes.

* Au niveau du peuplement, les risques de tomber dans des vides, des jeunes peuplements, des coupes ou des chablis récents dévalorisant les relevés floristiques, étaient grands. Or ceci pouvait être évité grâce à l'étude des photos aériennes récentes.

c/ L'implantation définitive s'est donc faite de façon subjective et stratifiée:

* Sur chaque massif afin - de couvrir l'ensemble des variations présentes au niveau de la roche-mère, de l'altitude (par des cheminements à altitude constante espacés de 100 m ou des transects dans le sens de la pente, une placette tous les 50 ou 100 m de dénivelé), de l'exposition et des positions topographiques (en prêtant attention aux vallons, replats et crêtes).

- d'avoir un nombre de placettes à chaque altitude, exposition et position topographique, suffisamment grand pour qu'une station de faible étendue mais nettement individualisée ne passe pas inaperçue dans le tableau des relevés.

* Sur l'ensemble de la région et pour la même raison afin d'avoir un nombre suffisant de placettes sur chaque roche-mère.

Rem : cette placette n'est pas toujours celle implantée sur le terrain (voir mise en oeuvre sur le terrain).

5° Etape - Surface de la placette

Il aurait été intéressant de déterminer l'aire minimale à l'aide de courbes aire-espèce. Mais connaissant très mal la flore au départ et les milieux étant très variés nous aurions dû passer un temps trop long à ce travail.

Nous avons donc choisi de travailler sur un rayon de 10 m autour du centre de la placette ce qui donne une surface très largement suffisante.

1.2 - La fiche de relevé

Elle comporte - la date et le numéro de placette.

- trois volets :
 - .un pour les données écologiques.
 - .un pour les données peuplement.
 - .un pour les données floristiques.
- un code pour certaines données.

1.2.1 - Date et numéro de placette

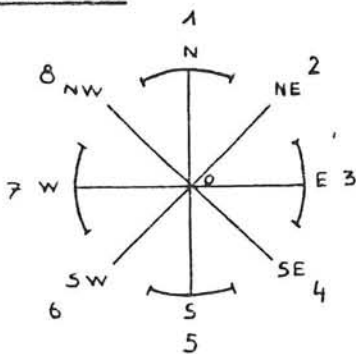
Les relevés s'échelonnant sur une période de trois mois, la composition de la flore devait forcément évoluer (disparition des restes de flore vernale, floraison tardive des ombellifères et composées). Il fallait donc savoir à quelle époque était

C O D E : données écologiques

<u>Altitude</u>	1450 - 1550	0
	1550 - 1650	1
	1650 - 1750	2
	1750 - 1850	3
	1850 - 1950	4
	1950 - 2050	5
	2050 - 2150	6
	2150 - 2250	7

<u>Pente</u>	0 - 10 %	0
	10 - 20 %	1
	20 - 30 %	2
	30 - 40 %	3
	40 - 50 %	4
	50 - 60 %	5
	60 et plus	6

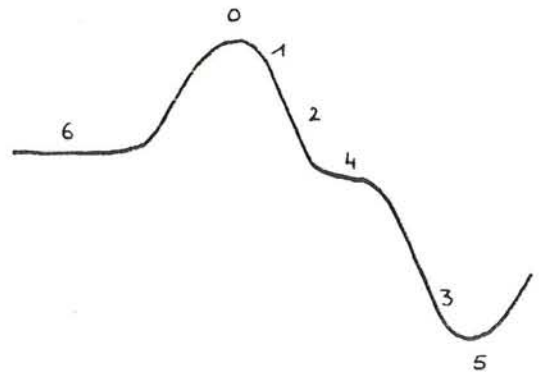
Exposition



<u>Topographie</u>	Sommet	0
	(Haut	1
<u>Versant</u>	(Milieu	2
	(Bas	3
	Replat	4
	Bas fond	5
	Zone plane	6
	Croupe	'
	Combe	"

Roche-mère

7	Granodiorite	0
8	Granite	1
7 ₁	Orthogneiss	2
5 ₃	Schistes ordovicien	3
5 ₁	Schistes de CANAVEILLES	4
5 ₁	Schistes de JUJOLS	5
d ₁	Calcaire	6
G ₉	Glaciaire granitique	7
G ₅	Glaciaire schisteux	8
G _c	Glaciaire calcaire	9
A	Alluvions	A
ξ ₁	Micaschistes	B
	Inclusions calcaires	C
	En place	0
	En éboulis	1



C O D E : données peuplement

<u>Structure</u> - Futaie jardinée	0	:	<u>Consistance</u>	0 - .25 %	0
Futaie régulière	1	:	(en % de la	25 - 50 %	1
Futaie irrégulière	2	:	surface)	50 - 75 %	2
		:		75 et plus	3

<u>Stade d'évolution</u>		:	<u>Etat sanitaire</u>	0 - .10 %	0
Semis-Fourré-Gaulis	0	:	(en % arbres	10 - 20 %	1
Perchis-Jeune Futaie	1	:	malades)	30 et plus	2
Futaie adulte et		:			
vieillie	2	:			

<u>Régénération</u>		:	<u>Pâturage</u>	Pas de trace	0
Nulle	0	:		Traces	1
Diffuse	1	:			
Dense	2	:			

C O D E : données floristiques

Coefficients d'abondance - dominance de Braun-Blanquet

Recouvrement supérieur à 75 %	abondance quelconque	5
Recouvrement de 50 à 75 %	" "	4
Recouvrement de 25 à 50 %	" "	3
Recouvrement de 5 à 25 %	ou très abondant	2
Recouvrement faible et abondant ou		} 1
Recouvrement grand et assez peu abondant		
Simplement présent		+

- des données qualitatives notées sur le tour d'horizon.

Elles comprennent: . Structure voir CODE
 . Stade d'évolution voir CODE

Il convient ici d'expliciter chaque classe :

Semis-Fourrés-Gaulis : Hauteur < 8 m - Elagage mauvais - Ces stades sont souvent mêlés à cause de la durée des régénérations.

Perchis-Jeune futaie: Hauteur > 8 m - Bon élagage - Aspect élancé
 Diamètres relativement faibles. Ces arbres n'ont pas encore atteint leur hauteur définitive -

Futaie adulte et vieillie : perte de l'allure élancée - Plus gros diamètres. Ces arbres ont atteint leur taille définitive.

- . composition : on note les essences par ordre d'importance
- . consistance : en 1/4 de la surface couverte par les houppiers (voir CODE)
- . état sanitaire : en pourcentage d'arbres malades (voir CODE)
- . régénération avec - composition
 - consistance, à savoir:

dense = importante en nombre et couvrant l'ensemble de la surface
 diffuse = soit par pieds isolés, soit par tâches denses mais isolées
 nulle = aucun semis ou quelques-uns sans avenir -

(voir CODE)

- . pâturage (voir CODE)

c/ La fiche floristique : elle comprend

- la liste de toutes les espèces présentes sur la placette par Strate : strate arborescente

- . - moyenne arbustive
- . - inférieure en séparant ligneux de plantes herbacées (< 1 m).

- Le coefficient d'abondance dominance de Braun-Blanquet pour chaque espèce et par strate - (voir CODE)

1.2.3. Pourquoi un code ?

Un code pour les principales données écologiques et de peuplement permet de les faire figurer de façon simple sur le tableau de la diagonalisation - Ainsi devraient apparaître facilement les caractères communs aux relevés d'une même station et donc explicatifs pour cette station.

2 - Sur le terrain

Le tableau suivant résume les opérations de terrain avec les remarques nécessaires.

Opération	Instruments	Commentaires
Positionnement	Photo-aérienne Altimètre Boussole Carte au 1/10000	La position originale de la placette sera déplacée en cas de nécessité (coupe récente, jeune peuplement, conditions écologiques ou de peuplement heterogènes). On essaye de se mettre sous un peuplement adulte en conservant les mêmes valeurs des trois critères roche-mère, altitude, exposition.
Données écologiques	Altimètre Clisimètre Boussole Canne pédologique	Pente : prise à partir du centre et vers l'aval sur une distance d'environ 1/2 rayon, dans le sens de la plus grande pente
Données peuplement	Dendromètre Ruban gradué Tarière-pressler	Circonférence et âge pris de l'amont à 1,30 m Hauteur prise tant que possible de l'amont.
Données floristiques		

Le travail de terrain s'est étalé de mi-juillet à fin septembre - A raison de 5 ou 6 placettes par jour, nous avons réalisé un total de 275 relevés (189 en Capcir, 86 en Cerdagne), déterminé près de 300 espèces, mesuré plus de 800 arbres.

3 - Traitement des données

L'ensemble des données précédentes a été traité manuellement ou avec l'aide d'une machine programmable HP 33 E - Nous renvoyons, pour les méthodes utilisées, aux III^e et IV^e parties où le paragraphe initial développe l'aspect traitement des données.

THEORY

The first part of the theory is the definition of the function $f(x)$ and the function $g(x)$.

The second part of the theory is the definition of the function $h(x)$ and the function $k(x)$.

The third part of the theory is the definition of the function $m(x)$ and the function $n(x)$.

The fourth part of the theory is the definition of the function $p(x)$ and the function $q(x)$.

The fifth part of the theory is the definition of the function $r(x)$ and the function $s(x)$.

The sixth part of the theory is the definition of the function $t(x)$ and the function $u(x)$.

The seventh part of the theory is the definition of the function $v(x)$ and the function $w(x)$.

The eighth part of the theory is the definition of the function $x(x)$ and the function $y(x)$.

The ninth part of the theory is the definition of the function $z(x)$ and the function $a(x)$.

The tenth part of the theory is the definition of the function $b(x)$ and the function $c(x)$.

III° - P A R T I E

E T U D E P H Y T O - E C O L O G I Q U E

IIIème Partie : ETUDE PHYTO-ECOLOGIQUE

A - TRAITEMENT DES DONNEES PHYTO-ECOLOGIQUES

1 - Définition des stations floristiques

Comme nous l'avons expliqué dans la partie précédente, nous avons opté pour un traitement manuel par la technique classique "des bandelettes". Celle-ci consiste, à partir d'un tableau brut, à regrouper d'une part les espèces, d'autre part les relevés, qui présentent une répartition voisine. On obtient ainsi un tableau diagonalisé.

Cependant, le grand nombre d'espèces et de relevés nous a fait apporter quelques modifications à cette technique visuelle.

1.1 - Division de la région d'étude

- L'étude climatique nous a montré une nette différence entre Cerdagne et Capcir.

Nos observations sur le terrain la confirment :

- + présence du sapin en Capcir, alors qu'il est absent en Cerdagne.
- + 50 % seulement des espèces rencontrées sont communes aux deux régions.

- Il reste le problème du Haut-Conflent :

- + les données climatiques de Font-Romeu proches de celles du Capcir, les observations relevées dans la Haute vallée de la Têt (présence de sapins, flore voisine de celle du Capcir), nous l'ont fait associer au Capcir.
- + Les forêts de Saint Pierre Dels Forcats et de Planès, situées comme les forêts de Cerdagne sur les flancs de la chaîne du Puigmal, leur sont associées. Nous verrons cependant ce massif se différencier dans les résultats.

- Nous avons donc constitué deux tableaux séparés, d'un côté Capcir (incluse la Haute vallée de la Têt), de l'autre Cerdagne (incluses les forêts de Saint Pierre et de Planès).

1.2 - Diagonalisation des tableaux

Nous avons opéré ainsi :

- suppression des espèces à fréquence relative (1) inférieure à 2 %. Ce seuil a été fixé de façon à conserver un nombre suffisant d'espèces pour caractériser les stations à faible nombre de relevés.
- établissement du 1er tableau : Nous avons regroupé les espèces que nous avons observées souvent ensembles sur le terrain, constituant ainsi des groupes floristiques provisoires. Les espèces qu'il nous était difficile de placer ont été inscrites en attente, au bas du tableau.
- établissement du 2ème tableau : en fonction de l'absence ou présence de ces 1er groupes floristiques, regroupement des relevés. A l'intérieur de ces groupes de relevés, classement visuel par comparaison des relevés.

(1) Fréquence relative =
$$\frac{\text{Nombre de relevés où l'espèce est présente}}{\text{Nombre total de relevés}}$$

- établissement du tableau diagonalisé par quelques retouches ; déplacement de quelques espèces et relevés, réinsertion de quelques espèces situées préalablement en attente.

Remarque : le grand nombre de relevés du Capcir nous a fait réaliser trois tableaux, un par "massif", selon la technique citée, regroupés ensuite en un tableau complet.

1.3 - Groupes et stations floristiques

Sur les tableaux diagonalisés, nous avons délimité les groupes floristiques, et donc constitué des stations floristiques ou associations végétales.

2 - Interprétation écologique

Nous avons procédé ainsi :

- inscription, au bas des deux tableaux définitifs, du code des données écologiques (voir IIème Partie, B).

- L'interprétation des groupes et des stations floristiques s'est faite en étudiant sur l'ensemble des relevés qui les constituent, chaque facteur écologique (altitude...)

- Quand cela a été nécessaire, nous avons recherché des explications dans les données peuplement, les données non codées et les observations complémentaires faites à chaque relevé.

B - RESULTATS

Capcir et Cerdagne sont présentés séparément. Pour chacune des deux régions, nous décrivons successivement les groupes et les stations écologiques.

Pour chaque groupe, sont donnés la liste des espèces et ses caractères écologiques. Nous avons peu insisté sur ceux-ci surtout quand le groupe caractérise une station particulière.

Pour chaque station, nous donnons en premier lieu les numéros des groupes écologiques qui la définissent; en second lieu, les caractères écologiques sont décrits avec, d'abord les facteurs simples propres à la station et issus de l'étude écologique (Annexes n° 11, 12), ensuite la description et l'explication de "l'ambiance" de la station ; en troisième lieu sont ajoutées des remarques sur les caractères floristiques.

Remarque sur le nom des stations : Il est utile de donner un nom à chaque station pour en parler aisément. N'ayant pu les nommer de façon homogène, nous avons retenu un terme qui exprime au mieux leurs caractères.

1 - Le Capcir (Annexes n° 11, 13)

1.1 - Les groupes floristiques et leur interprétation écologique

* Groupe I

- Liste des espèces

- . Carex equinata
- . Carex ampullacea
- . Juncus silvaticus
- . Juncus effusus

- . Epilobium palustre
- . Parnassia palustris
- . Salix cinerea
- . Valeriana officinalis

- . *Eriophorum angustifolium*
- . *Molinia coerulea*

- . *Juncus conglomeratus*

- Caractères écologiques

C'est le groupe de tourbière. Il se rencontre dans les zones planes, les bas fonds, et, quelquefois, à l'aval de zones humides, là où des pentes très faibles n'assurent aucun drainage. Ce groupe caractérise la station 1.

* Groupe II

- Liste des espèces

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| . <i>Luzula sudetica</i> | . <i>Scabiosa succisa</i> |
| . <i>Selinum pyrenaicum</i> | . <i>Potentilla tormentilla</i> |

- Caractères écologiques

On le trouve en tourbière ainsi que dans des zones où l'eau circule plus ou moins régulièrement comme par exemple un petit vallon à l'aval d'une tourbière. Ce groupe caractérise la station 2.

* Groupe III

- Liste des espèces

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| . <i>Deschampsia coespitosa</i> | . <i>Caltha palustris</i> |
| . <i>Polygonum bistorta</i> | . <i>Alchemilla vulgaris</i> |

- Caractères écologiques

Il se développe dans des zones d'engorgement quasi-permanent, cuvettes (tourbières), poches d'argile en bord de torrent.

* Groupe IV

- Liste des espèces

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| . <i>Chaerophyllum cicutarium</i> | . <i>Sanchus plumieri</i> |
| . <i>Peucedanum ostruthum</i> | . <i>Pulmonaria officinalis</i> |
| . <i>Ranunculus aconitifolius</i> | |

- Caractères écologiques

L'exposition générale nord et des pentes fortes assurent un bon approvisionnement en eau, sous forme de pluie ou par la fonte très lente de la couche neigeuse. Ces pentes fortes, l'importance des éboulis et la proximité de torrents assurent un bon drainage : l'eau circule donc toute l'année. Aussi, ces espèces caractérisent la mégaphorbiaie.

* Sous groupe IV'

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| . <i>Doronicum austriacum</i> | . <i>Adenostyle pyrenaica</i> |
|-------------------------------|-------------------------------|

Elles suivent le groupe IV mais se retrouvent seules à des altitudes plus élevées, en des pentes plus fortes et peut-être moins humides.

* Groupe V

- Liste des espèces

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| . <i>Veratrum album</i> | . <i>Orchis sp</i> |
| . <i>Geranium pratense</i> | . <i>Aconitum napellus</i> |
| . <i>Phyteuma spicatum</i> | . <i>Aquilegia vulgaris</i> |
| . <i>Knautia silvatica</i> | . <i>Astrantia major</i> |
| . <i>Gentiana burseri</i> | |

- Caractères écologiques

Ce groupe a une grande extension et des explications variées. On le trouve aux expositions nord donc froides et plus humides ; aux autres expositions, il existe sur alluvions, moraines et calcaire

profond. Il marque vraisemblablement une plus grande richesse liée à l'humidité ou à la nature chimique du sol.

* Groupe VI

- Liste des espèces

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| . <i>Pirola minor</i> | . <i>Rhododendron Ferrugineum</i> |
| . <i>Polygonatum verticillatum</i> | . <i>Sorbus aucuparia</i> |
| . <i>Lonicera nigra</i> | . <i>Homogyne alpina</i> |
| . <i>Rubus saxatilis</i> | . <i>Oxalis acetosella</i> |

- Caractères écologiques

Présent exclusivement aux expositions nord, ce groupe marque le froid. On note, en plus, une altitude en général supérieure à 1700 m. *Polygonatum verticillatum*, *Lonicera nigra* et *Rubus saxatilis* n'ont été rencontrées que sur roche granitique, *Polygonatum verticillatum* surtout là où les sols ont une forte capacité de rétention en eau (poches argileuses).

* Groupe VI'

- Liste des espèces

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| . <i>Luzula nivea</i> | . <i>Anemone nemorosa</i> |
| . <i>Fragaria vesca</i> | . <i>Sorbus aucuparia</i> (semis) |
| . <i>Ranunculus nemorosus</i> | . <i>Prenanthes purpurea</i> |
| . <i>Rosa sp</i> | |

- Caractères écologiques

Comme le précédent, il marque le froid mais aux altitudes inférieures à 1800 m. Il est plus particulièrement développé dans les zones plus riches où il accompagne le groupe V et traduit une certaine fraîcheur du sol. Certaines espèces - *Anemone nemorosa*, *Sorbus aucuparia* (semis), *Prenanthes purpurea* - sont moins fidèles au groupe - Séparées des autres espèces du groupe, elles perdent toute signification.

* Groupe VII

- Liste des espèces

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| . <i>Hepatica triloba</i> | . <i>Gallium silvestre</i> |
| . <i>Hieracium murorum</i> | . <i>Hypericum quadrangulum</i> |
| . <i>Gallium verum</i> | . <i>Euphorbia hiberna</i> |
| . <i>Stellaria holostea</i> | . <i>Veronica officinalis</i> |
| . <i>Rubus idaeus</i> | . <i>Brunella sp</i> |
| . <i>Melampyrum pratense</i> | . <i>Anthoxanthum odoratum</i> |
| . <i>Vaccinium myrtillus</i> | . <i>Lotus corniculatus</i> |
| . <i>Deschampsia flexuosa</i> | . <i>Daphne mezereum</i> |
| . <i>Juniperus communis</i> | . <i>Alchemilla gr. Alpina</i> |
| . <i>Agrostis vulgaris</i> | . <i>Phleum alpinum</i> |
| . <i>Gallium verum</i> | . <i>Achillea millefolium</i> |
| . <i>Campanula sp</i> | . <i>Festuca gr ovina</i> |

- Caractères écologiques

Ce groupe s'étend sur toute la largeur du tableau, certaines espèces de façon constante, d'autres de façon discontinue. Cependant, quelques remarques sont intéressantes :

. Ne pénètrent en tourbière que les espèces allant de *Melampyrum pratense* à *Agrostis vulgaris*.

. En mégaphorbiaie, un certain nombre d'espèces sont beaucoup moins fréquentes.

. Sur calcaire, *Melampyrum pratense*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa* et *Stellaria holostea* disparaissent. *Hepatica triloba*, *Hieracium murorum*, *Gallium verum*, *Juniperus communis*, *Lotus corniculatus* et *Daphne mezereum* y sont au contraire très présentes.

* Groupe VIII

- Liste des espèces

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| . <i>Festuca eskia</i> | . <i>Leontodon pyrenaicus</i> |
| . <i>Erythronium dens-canis</i> | . <i>Anemone sulfurea</i> |
| . <i>Luzula pediformis</i> | . <i>Gentiana lutea</i> |
| . <i>Conopodium mutabile</i> | . <i>Jasione perennis</i> |

- Caractères écologiques

Ce groupe est lié au pâturage. La forêt pâturée montre des aspects variés : les quelques relevés que nous possédons soulignent par exemple le caractère plus mésophile des pelouses à *Festuca eskia*. Mais il faudrait une étude plus complète de ces zones pour en avoir la description totale.

D'autres espèces liées au pâturage introduisent des nuances qui permettent de différencier deux sous-groupes :

* Sous Groupe VIII'

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| . <i>Trifolium alpinum</i> | . <i>Meum athamanticum</i> |
|----------------------------|----------------------------|

Les deux espèces différencient les pâturages d'altitude.

* Sous Groupe VIII''

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| . <i>Nardus stricta</i> | . <i>Gentiana kochiana</i> |
| . <i>Genista anglica</i> | . <i>Calluna vulgaris</i> |
| . <i>Genista sagittalis</i> | |

Ce sous-groupe a la particularité de s'étendre dans les zones tourbeuses et à leurs abords.

* Groupe IX

- Liste des espèces

C'est un groupe complexe où nous différencions plusieurs sous-groupes. Un certain nombre d'espèces forment cependant un noyau commun caractérisant ce groupe IX :

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| . <i>Linum catharticum</i> | . <i>Thesium alpinum</i> |
| . <i>Genista purgans</i> | . <i>Hieracium pilosella</i> |
| . <i>Senecio adonidifolius</i> | |

- Caractères écologiques

L'importance des expositions globalement sud, des roches grenues, l'existence de compensations aux expositions nord (pente faible et donc exposition moins marquée, positions topographiques de hautéversant, ...) donnent à ce groupe une signification de sécheresse.

Certaines espèces traduisent en plus des conditions écologiques particulières :

Sous groupe IX'

- | | |
|---------------------------|----------------------------------|
| . <i>Silene nutans</i> | . <i>Dianthus monspessulanus</i> |
| . <i>Thymus serpyllum</i> | . <i>Festuca scoparia</i> |
| . <i>Carlina acaulis</i> | . <i>Pimpinella saxifraga</i> |

Bien que lié au noyau de sécheresse, on le trouve plutôt aux expositions Sud bien marquées (pente forte) et sur calcaire. Il introduit donc une nuance thermophile et calcicole.

Sous Groupe IX"

- . *Arctostaphylos uva-ursi*

Cette espèce différentielle caractérise sous peuplement les sommets et hauts de versant exposés au Sud sur roche-mère grenue exclusivement. Elle exprime donc des conditions extrêmes de sécheresse.

Attention ! Il s'agit aussi d'une espèce pionnière qui peut se retrouver dans des conditions très diverses hors peuplements (par exemple, colonisation des éboulis calcaires du roc de Careubi). Mais dans tous les cas, elle fuit les zones d'engorgement (elle est rare sur schistes).

Sous Groupe IX"

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| . <i>Sedum</i> sp | . <i>Laserpitium latifolium</i> |
| . <i>Solidago virga aurea</i> | |

Ce sont des orophytes.

* Groupe X

Il se compose d'espèces abondantes surtout ou uniquement sur calcaire. Certaines se rencontrent partout sur cette roche :

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| . <i>Helleborus viridis</i> | . <i>Laserpitium Nestleri</i> |
| . <i>Dactylis glomerata</i> | . <i>Gentiana ciliata</i> |
| . <i>Anthyllis vulneraria</i> | . <i>Trifolium pratense</i> . |

D'autres introduisent des nuances qui permettent de distinguer trois sous groupes :

Sous groupe X'

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| . <i>Plantago média</i> | . <i>Scabiosa pyrenaica</i> |
| . <i>Lathyrus vernus</i> | . <i>Helleborus Foetidus</i> |
| . <i>Anthriscum sylvestris</i> | . <i>Plantago lancéolata</i> |

Ces espèces ne poussent que sur sol profond et indiquent donc des terrains riches pouvant être localement décalcarifiés.

Sous Groupe X"

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| . <i>Bromus erectus</i> | . <i>Centaurea scabiosa</i> |
| . <i>Poterium sanguisorba</i> | . <i>Carlina cinara</i> |

Présentes uniquement aux expositions sud, elles apportent une nuance de chaleur.

Sous groupe X"

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| . <i>Helianthemum vulgare</i> | . <i>Carduus arctioides</i> |
| . <i>Euphorbia cyparissias</i> | . <i>Iberis sempervirens</i> |
| . <i>Sesleria coerulea</i> | . <i>Cirsium acaule</i> |
| . <i>Ononis striata</i> | . <i>Arabis stricta</i> |
| . <i>Bupleurum ranunculoïdes</i> | |

Il est surtout abondant quand le sol est superficiel et le tapis végétal discontinu.

1.2 - Les stations écologiques

* S T A T I O N 1 - Tourbières

- Groupes écologiques : I, II, III, V, VI, VI' VII, VIII"

- Caractères écologiques

a/ C'est une station située en zone plane ou en cuvette, avec une pente toujours faible. On ne la trouve que sur les granites et moraines granitiques de la vallée de la Têt et de la haute vallée de l'Aude.

b/ Ces hautes vallées ont été modelées par les glaciations en une succession de bombements et de cuvettes de faibles dimensions. Ces dernières ont été colmatées par des éléments fins. L'eau de fonte des neiges s'y accumule après avoir rapidement percolé dans les arènes granitiques et y stagne toute l'année déterminant la formation de tourbières.

Il existe très certainement plusieurs types de tourbières que notre étude, plus générale, ne permet pas de différencier.

- Caractères floristiques

. Du groupe V, seuls *Veratrum album*, *orchis* sp (en général *maculatum*), *Aconitum napellus* pénètrent en tourbière.

. Des éléments du groupe VII (*Melampyre*, *Myrtille*, *Canche Fleuveuse*, *Genévrier*, *Agrostis*) et du groupe VIII" colonisent, avec le *Rhododendron*, les parties sèches de la tourbière.

. On peut distinguer une tourbière froide caractérisée par le groupe VI.

* S T A T I O N 2

- Groupes écologiques : II, V, VI, VI', VII, VIII"

- Caractères écologiques

a/ Si on constate l'importance des expositions nord, des pentes faibles (moyenne de 20 %), des positions de bas de versant et de replat, cette station se caractérise surtout par un passage d'eau plus ou moins régulier. On peut représenter quelques cas sur le schéma suivant :



b/ Cette station connaît donc un approvisionnement en eau abondant et assez régulier. Mais la pente un peu plus marquée qu'en station 1 et la roche-mère granitique développant des sols très percolants favorisent le drainage.

- Caractères floristiques

. Le relevé 227, en plus des groupes écologiques cités, possède le groupe III. Celui-ci dénote un engorgement plus permanent que l'on peut expliquer par la position de la placette juste à l'aval d'une source.

- Remarque

. Quand on la trouve sur le terrain, cette station n'occupe en général qu'une surface limitée.

* S T A T I O N 3 - Mégaphorbiaie

- Groupes écologiques : (III), IV, IV', V, VI, VI', VII.

- Caractères écologiques

a/ Altitude et position topographique sont variables (avec cependant des bas de versant et combes importants). Par contre, la station se caractérise par une pente forte (moyenne de 45 %) qui souligne les expositions nord (100 %), et l'importance des roches grenues souvent sous forme d'éboulis.

b/ Nous nous trouvons donc en présence d'une station froide, où l'alimentation en eau est abondante et régulière. En effet, la combinaison de la pente et de l'exposition favorise la fonte tardive et lente de la neige, l'accumulation des nuages venant du nord pendant la saison de végétation, et réduit l'évaporation. La pente, la nature percolante du sol, les éboulis impliquent le ruissellement quasi-permanent de cette eau même en été. Ces caractères sont ceux de la mégaphorbiaie.

- Caractères floristiques

. Le groupe III n'apparaît que dans les relevés où existe un engorgement localisé s'expliquant par une poche d'argile (relevé 339) ou des microcuvettes (relevé 312).

. De nombreuses espèces du groupe VII semblent ne pas pénétrer en mégaphorbiaie, fuyant l'eau et l'ombre.

. Le sapin est abondant sur cette station et forme de beaux peuplements.

* S T A T I O N 4 - Froide et humide d'altitude

- Groupes écologiques : IV', V, VI, VI', VII

- Caractères écologiques

a/ Toujours exposée au nord comme la précédente, cette station s'en différencie par une pente encore plus forte (75 % des cas où la pente dépasse 50 %), une altitude élevée (moyenne 1900 m),

l'importance des sommets et hauteurs de versant, des schistes et le nombre plus faible des éboulis.

b/ C'est donc une station très froide (altitude élevée et exposition nord très marquée). Par rapport à la station 3, l'alimentation en eau doit être plus faible à cause des positions de sommet et haut de versant ; mais surtout, la circulation de cette eau est moins bonne dans ces terrains composés d'éléments fins (roche-mère schisteuse) où les éboulis sont plus rares. C'est donc une station moins humide que la mégaphorbiaie vraie.

- Caractères floristiques

. La disparition des autres plantes du groupe IV est due à l'altitude plus élevée et à l'humidité moins grande.

. Les plantes les plus fidèles du groupe VI' manquent à cause de l'altitude trop élevée.

. Il existe un faciès pâturé caractérisé par le groupe VIII.

. Le sapin est très présent dans cette station mais le plus souvent à l'état d'arbres isolés.

* S T A T I O N 5 - Froide et riche

- Groupes écologiques : V, VI, VI', VII.

- Caractères écologiques

a/ Les expositions nord sont toujours dominantes mais la pente est plus moyenne (40 %) de même que l'altitude. D'autre part, on note la prépondérance des schistes et des moraines.

b/ Il s'agit encore d'une station froide mais moins rude que les précédentes du fait de l'altitude plus faible et de la pente moyenne. Une alimentation en eau suffisante est garantie par l'exposition nord et une bonne rétention est possible grâce à la pente et aux éléments fins libérés par les schistes. Enfin, les sols sont plus profonds (moraines, pente moins forte) et plus riches (schistes). L'ensemble confère à la station un caractère de richesse.

- Caractère floristique

. Le sapin est très présent et donne de beaux peuplements.

* S T A T I O N 6 - Riche

- Groupes écologiques : V, VI', VII

- Caractères écologiques

a/ L'altitude est basse, la pente et donc les expositions peu marquées avec de nombreuses positions de bas de versant et de plaine. On n'y trouve que des alluvions, des moraines et des schistes.

b/ Parmi l'ensemble des relevés, cette station présente les conditions les plus favorables : les températures y sont plus clémentes du fait de l'altitude et des expositions peu marquées, l'alimentation en eau est bonne : en effet, la station s'étendant dans la plaine du Capcir ou à ses abords immédiats, il n'y a pas d'obstacles aux précipitations. Mais cette fois, ce sont les caractères édaphiques qui sont spécifiques de la station : les sols sur alluvions (dans la plaine) ou moraines, se développant sur une pente faible, sont profonds et très fertiles. Ils assurent une bonne réserve en eau et une grande richesse en éléments minéraux.

- Caractères floristiques

. Nous trouvons dans cette station la forêt de la Matte, très belle forêt de pins sylvestre de la plaine du Capcir.

* S T A T I O N 7 - Mésophile à tendance froide

- Groupes écologiques : VI', VII.

- Caractères écologiques

a/ Les expositions sont souvent nord, avec altitude et pente moyenne.

b/ Par rapport à la station 5, la disparition des groupes écologiques V et VI traduit le caractère plus mésophile de la station. Pourtant, les conditions d'altitude, exposition, pente... sont semblables. Cependant il s'agit en général de placettes d'exposition NW situées sur le flanc des ravins de la rive droite de l'Aude et abritées, par des avancées de relief, des influences venant du nord. Aussi l'humidité est réduite et le froid moins marqué, mais la station reste fraîche.

- Caractères floristiques

. Le sapin est absent de cette station vraisemblablement pas assez humide alors que le pin sylvestre peut parfois s'y installer.

* S T A T I O N 8 - Mesophile

- Groupes écologiques : VII, (VIII).

- Caractères écologiques

a/ Altitude et pente restent dans la moyenne, alors que les expositions Est et Ouest prennent de l'importance. Schistes et moraines schisteuses sont prépondérantes.

b/ Les expositions moyennes garantissent cette station des conditions thermiques extrêmes, ainsi que d'une sécheresse atmosphérique trop grande ; les roches-mères évitent de même une dessiccation complète du sol. Ces conditions définissent le caractère mésophile de la station.

- Caractère floristique

. Il existe un faciès pâturé avec pelouses à *Festuca eskia*.

* S T A T I O N 9 - Mésophile d'altitude

- Groupes écologiques : VII, VIII, VIII'

- Caractères écologiques

a/ L'altitude est élevée (moyenne 1900m), les expositions moyennes prédominent et il y a 100 % de schistes.

b/ On retrouve les mêmes conditions qu'en station 8, la différence portant sur l'altitude élevée. Ceci définit une station mésophile d'altitude.

- Caractères floristiques

. Cette station fait déjà partie des pâturages d'estive représentés ici par la pelouse à festuca eskia.

* S T A T I O N 10 - Mésophile d'altitude à tendance sèche

- Groupes écologiques : VII, VIII, VIII', IX.

- Caractères écologiques

a/ Ce sont les mêmes que pour la station précédente, avec cependant une altitude moyenne plus élevée et une pente un peu plus marquée (40 %).

b/ L'apparition du groupe de sécheresse (IX) peut s'expliquer par la pente assez forte, par la structure des peuplements en près bois et la couverture du sol bien souvent incomplète, qui augmentent le ruissellement et favorisent l'évaporation. La présence constante des schistes et les expositions moyennes tempèrent cette sécheresse. On peut donc qualifier cette station de mésophile d'altitude à tendance sèche.

* S T A T I O N 11 - Mésophile à tendance sèche

- Groupes écologiques : VII, VIII, VIII'', IX.

- Caractères écologiques

a/ Les expositions Sud prennent ici de l'importance, alors que les autres caractères restent dans la moyenne.

b/ Les expositions Sud et les roches grenues sont à l'origine d'une sécheresse et d'une chaleur plus grande. Cependant, il demeure de nombreuses compensations liées aux expositions moyennes et aux schistes. La sécheresse n'est donc pas trop marquée : c'est une station mésophile à tendance sèche.

- Caractères floristiques

. Aux expositions Sud apparaît le sous groupe IX'

. Toutes les placettes de cette station sont très pâturées. On note la diminution des pelouses à festuca eskia et l'apparition de la pelouse à Nardus stricta à tendance plus sèche.

* S T A T I O N 12 - Froide et sèche

- Groupes écologiques : VI, VI', VII, VIII, VIII", IX

- Caractères écologiques

a/ on retiendra les expositions nord dominantes, la pente faible, l'importance des replats, sommets et hauts de versant, et des roches grenues.

b/ La station est donc froide. La pente faible et la topographie favorisent pourtant un bon ensoleillement : l'évaporation est donc assez importante alors que l'approvisionnement en eau est faible (les nuages ne s'accumulent pas, la surface de collectage est réduite). De plus, la texture grossière des sols développés sur roche grenue entraîne un drainage rapide de l'eau restante. Par opposition aux stations 3, 4, 5, ces conditions confèrent un caractère de sécheresse marquée à cette station.

- Caractères floristiques

. Quatre relevés se signalent par la présence de l'*Arctostaphylos uva-ursi*, espèce qui à elle seule dans ces cas représente la sécheresse.

. Le groupe VI' qui, en plus du froid, traduit une certaine fraîcheur, est évidemment moins net que dans les stations 3 à 5.

* S T A T I O N 13 - Chaude et sèche à raisin d'ours

- Groupes écologiques : VII, VIII", IX, IX".

- Caractères écologiques

a/ Les expositions sont toutes globalement sud ; les hauts de versant prédominant, la roche-mère est toujours grenue (granite d'une part et moraine granitique d'autre part).

b/ C'est donc une station chaude qui voit la neige fondre tôt au printemps. A cause de ses expositions au midi, elle reçoit moins de précipitations pendant la saison de végétation, et, de plus, cette eau percole rapidement dans le substrat aréneux. Ces conditions bien particulières en font une station très sèche.

- Caractères floristiques

. Le sous groupe VIII' (espèces des pâturages secs) est présent dans la station.

. Le sous groupe IX' s'insinue dans quelques relevés soulignant le caractère chaud de cette station.

. Le pin sylvestre donne de beaux individus sur les moraines de la Têt.

* S T A T I O N 14 - Orophile

- Groupes écologiques : VII, IX, IX", IX"

- Caractères écologiques

a/ Cette station est d'expositions sud, de haut de versant, crête ou replat, dans les barres rocheuses granitiques.

b/ Cette station bien particulière se retrouve surtout dans la partie supérieure du sillon de la Têt. Elle se situe dans les espaces un peu plus plats laissés par les barres rocheuses qui déterminent un paysage tourmenté. Le sol y est peu épais, c'est donc une station chaude, sèche et orophile.

* S T A T I O N 15 - Sèche

- Groupes écologiques : VII, IX.

- Caractères écologiques

a/ C'est une station où les expositions sud sont dominantes ainsi que les schistes - La pente garde une valeur moyenne.

b/ Les expositions au midi ne sont pas générales sur la station et la pente n'est pas très accentuée, ce qui permet de ne pas lui attribuer un caractère de chaleur. Au point de vue hydrique, l'approvisionnement en eau est limité du fait de la fonte précoce de la neige et des précipitations estivales plus faibles. Si l'évaporation et le ruissellement sont un peu restreints par la pente modérée, les éléments fins du sol sur roche-mère schisteuse peuvent jouer un rôle néfaste en retenant très fortement le peu d'eau qui s'y trouve. Le caractère sec de cette station est donc très net.

- Caractère floristique

. Le pin sylvestre forme de beaux peuplements sur cette station.

* S T A T I O N 16 - Sèche et chaude

- Groupes écologiques : VII, IX, IX'.

- Caractères écologiques

a/ Toutes les expositions sont comprises entre SE et W. la pente moyenne est forte (la moitié des relevés a une pente supérieure à 50 %).

b/ Les expositions, appartenant à la moitié sud, sont en plus accentuées par la pente. La neige y fond très vite, même en hiver, et, débarrassés de sa protection, les terrains sont fortement soumis au gel. Cette fonte très rapide n'apporte donc aucune compensation à la faiblesse des précipitations estivales tandis que l'évaporation et le ruissellement sont augmentés par la raideur de la pente. Tout ceci en fait une station très chaude et sèche.

- Caractère floristique

. Le pin sylvestre est très abondant dans la station et donne de beaux peuplements.

* S T A T I O N 17 - Mésophile à tendance chaude

- Groupes écologiques VI', VII, IX'.
- Caractères écologiques

a/ La pente moyenne est forte et l'exposition toujours W. Mais surtout, ces placettes sont soit sur granodiorites, soit pour l'une d'entre elles sur granite en contrebas des granodiorites.

b/ L'exposition ouest, soulignée par la pente, apporte un caractère de chaleur. La présence du groupe VI', est plus difficile à expliquer : peut-être peut-on l'attribuer aux granodiorites, roches plus riches ? Peut-être signifie-t-il une plus grande fraîcheur du sol (nous l'avons retrouvé sur époules) ? Dans ces conditions, cette station serait le prolongement de la 7 mais aux expositions plus chaudes. On pourrait la qualifier de mésophile à tendance chaude malgré sa position dans le tableau.

- Caractère floristique

. Le groupe VI' prendrait ici une signification de fraîcheur.

* S T A T I O N 18 - Calcaire riche

- Groupes écologiques : V, VI', VII, IX, IX', X, X', (X")
- Caractères écologiques

a/ Nous nous trouvons à basse altitude mais, surtout, sur roche calcaire.

b/ L'ensemble des conditions d'exposition, de pente ... est assez variable et, d'ailleurs, peut introduire certaines nuances (voir caractères floristiques). Mais l'unité de la station est due au substratum calcaire sur lequel s'est développé un sol relativement profond. D'ailleurs un certain nombre de placettes situées très près des zones de culture illustrent la reconquête de la forêt sur les prairies de fauche (traces d'anciennes terrasses, jeunes peuplements, espèces en commun avec les prairies). Il s'agit en général de sols calcaires sur toute la profondeur qui, localement (jeunes peuplements où la litière est mal décomposée, pied des arbres, moraine), peuvent laisser la place à des sols décalcarifiés en surface.

On peut donc parler d'une station calcaire riche.

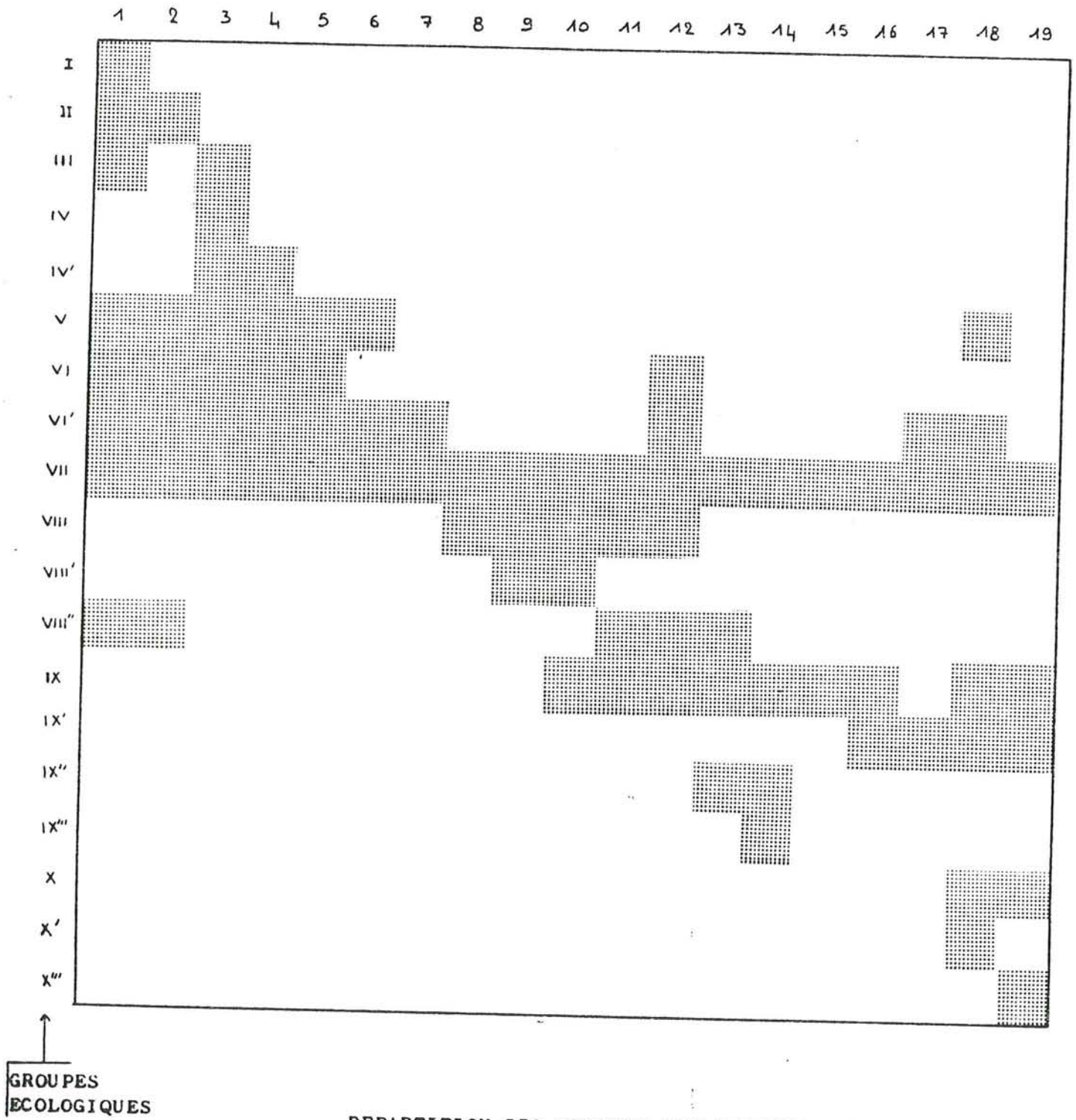
- Caractères floristiques

. Le groupe VI peut apparaître aux expositions nord montrant une variante plus froide.

. Le groupe X" au contraire correspond à une nuance plus chaude d'exposition sud.

. La présence de la myrtille et de la canche flexueuse, normalement calcarifuges, montre une décalcarification superficielle du sol par exemple sous les jeunes peuplements ou au pied des arbres.

STATIONS ECOLOGIQUES



REPARTITION DES GROUPE ECOLOGIQUES DANS
LES DIFFERENTES STATIONS ECOLOGIQUES.

C A P C I R

. Le pin sylvestre est quasiment partout en beaux peuplements sur la station.

* STATION 19 - Calcaire superficiel

- Groupes écologiques : VII, IX, IX', X, X'', (X'')

- Caractères écologiques

a/ Nous retrouvons la roche-mère calcaire mais sur une pente plus forte avec des expositions S et SW dominantes.

b/ Si on est toujours sur calcaire, celui-ci est souvent affleurant, donnant des rendzines voire des lithosols. Ces sols superficiels n'assurent qu'une mauvaise rétention de l'eau dont le ruissellement est accentué par la pente assez forte, le couvert faible et dans certains relevés par une couverture du sol très incomplète. A cette sécheresse s'ajoute le faible volume de sol prospectable par l'arbre qui ne trouvera nourriture et fraîcheur que dans quelques fissures. Par opposition à la précédente, on peut qualifier cette station de calcaire pauvre et sèche.

- Caractères floristiques

. Le groupe X'' marque le caractère plus chaud aux expositions S et SW.

. Dans le groupe X'', *Arabis stricta*, *Cirsium acaule*, *Iberis sempervirens* se rencontrent plus particulièrement là où le tapis végétal est très ouvert et donc où les conditions de sécheresse sont les plus marquées.

1.3 - Conclusion

Notre étude conclut à l'existence de 20 groupes et sous groupes écologiques et de 19 stations. Cet ensemble s'organise autour de plusieurs axes explicatifs :

- Pour la partie non calcaire du tableau, nous pouvons distinguer :

. un axe principal lié au facteur hydrique et qui détermine un passage progressif des stations les plus humides (gauche du tableau) aux stations les plus sèches (droite du tableau).

. deux axes secondaires liés au facteur thermique qui viennent se superposer à l'humidité et à la sécheresse.

- A ces explications climatiques viennent s'ajouter, pour quelques stations, des facteurs édaphiques. Ainsi se distinguent la station 6 sur sol riche et les stations 18 et 19 sur calcaire.

Ces éléments permettent donc de distinguer plusieurs groupes de stations : des stations à humidité plus ou moins marquée (1 à 5); des stations mésophiles (6 à 11 et 17); des stations sèches (12 à 16); des stations sur calcaire (18 et 19).

Pour compléter cette description, il faut noter que le pâturage transparait constamment derrière l'axe principal mais n'est vraiment net que dans les stations mésophiles.

Nous venons de voir que les éléments explicatifs sont des facteurs complexes difficiles à appréhender directement. Ils sont cependant le résultat de l'interaction de facteurs simples, plus faciles à mesurer et dont on peut préciser le rôle :

. L'altitude n'a qu'une importance limitée, ce qui est dû à un assez faible dénivelé de la zone forestière (1600 à 2100 m).

. L'exposition, au contraire, est prépondérante. Elle intervient bien sûr sur le facteur thermique mais aussi sur le facteur hydrique : Nous sommes en effet dans une région où les précipitations, toujours faibles, viennent principalement du nord ; aussi, les stations humides (sauf la tourbière) sont confinées aux versants nord. A ce schéma général s'ajoute l'influence de la pente (voir ci-dessous).

. La roche-mère joue un rôle important mais plus difficile à cerner. Si elle détermine à elle seule trois stations (6, 18, 19), ailleurs, elle agit en compensant ou en accentuant les effets du facteur hydrique de façon déterminante pour certaines stations (3, 4, 9, 10, 12, 13).

. La pente a une importance plus grande qu'on ne pouvait le supposer à priori. Quand elle est forte, elle accentue les rôles de l'exposition, quand elle est faible, elle les diminue voire les annule. On peut citer comme exemple la station 12 d'exposition nord donc froide mais de pente faible donc sèche.

. Les autres facteurs ne surprennent pas dans leurs interventions.

2 - La Cerdagne (Annexes n° 12, 14)

2.1 - Les groupes floristiques et leur interprétation écologique

* Groupe 1

- Liste des espèces

- | | |
|------------------------|------------------------|
| . Phleum alpinum | . Anemone sulfurea |
| . Meum athamanticum | . Homogyne alpina |
| . Trifolium alpinum | . Doronicum austriacum |
| . Senecio tournefortii | . Adenostyle pyrenaïca |

- Caractères écologiques

Leur préférence pour des altitudes élevées réunit ces espèces en un même groupe. Cependant, elles peuvent avoir des significations différentes : Meum athamanticum et Trifolium alpinum sont des plantes de pâturages alors que Doronicum austriacum et Adenostyle pyrenaïca recherchent des zones plus humides.

* Groupe 2

- Liste des espèces

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| . Gentiana burseri | . Aconitum napellus |
| . Pulmonaria officinalis | . Prenanthes purpurea |
| . Anemone nemorosa | . Ranunculus nemorosus |
| . Luzula nivea | . Poa chaixi |
| . Veratrum album | . Festuca heterophylla |

- Caractères écologiques

Ce sont des plantes qui lorsqu'elles sont réunies en un même lieu marquent une certaine humidité (isolées elles perdent toute signification). Cette humidité est liée selon le cas à l'un ou plusieurs des facteurs suivants : altitude élevée, expositions nord bien marquées par la pente forte, éboulis pouvant assurer une circulation d'eau importante, mais surtout position géographique des placettes (surtout massif 4) face au col de la Quillanne d'où arrivent les pluies du nord et du nord ouest.

* Groupe 3

- Liste des espèces

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| . Oxalis acetosella | . Sorbus aucuparia |
| . Rhododendron Ferrugineum | |

- Caractères écologiques

C'est un groupe dont la signification de froid est incontestable. On peut l'attribuer à l'altitude élevée et aux expositions nord qu'accentue la pente toujours forte.

* Groupe 4

- Liste des espèces

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| . Melampyrum pratense | . Epilobium montanum |
| . Hepatica triloba | . Agrostis vulgaris |
| . Vaccinium myrtillus | . Gallium verum |
| . Gallium verum | . Lotus corniculatus |
| . Hieracium murorum | . Anthoxanthum odoratum |
| . Deschampsia flexuosa | . Brunella sp |
| . Gallium silvestre | . Achillea millefolium |
| . Genista purgans | . Alchemilla saxatilis |
| . Juniperus communis | . Dianthus monspessulanus |
| . Campanula sp | . Thymus serpyllum |
| . Veronica officinalis | . Leontodon pyrenaicus |
| . Festuca scoparia | . Festuca gr Ovina |
| . Epilobium spicatum | . Gentiana Lutea + Lou B |
| . Hypericum quadrangulum | . Ajuga pyramidalis |
| . Rubus idaeus | |

- Caractères écologiques

Ces espèces ne marquent aucun caractère nettement différencié et sont donc présentes sur l'ensemble du tableau. Cependant, certaines (de Lotus corniculatus à ajuga pyramidalis) soulignent un pâturage important du sous bois alors que d'autres (de Epilobium Spicatum à Rubus idaeus) préfèrent les clairières forestières où le bétail

n'a pas pénétré.

* Groupe 5

- Liste des espèces

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| . <i>Euphorbia cyparissias</i> | . <i>Pimpinella saxifraga</i> |
| . <i>Jasione perennis</i> | . <i>Gnaphalium silvaticum</i> |
| . <i>Linaria striata</i> | . <i>Silene inflata</i> |
| . <i>Carlina acaulis</i> | . <i>Cotoneaster vulgaris</i> |
| . <i>Thesium alpinum</i> | . <i>Veronica chamaedrys</i> |
| . <i>Euphrasia hirtella</i> | . <i>Hieracium pilosella</i> |
| . <i>Sedum elegans</i> | . <i>Goodyera repens</i> |
| . <i>Genista sagittalis</i> | |

- Caractères écologiques

Ce groupe indique une sécheresse accentuée. Différents facteurs en sont la cause : de nombreuses placettes en haut de versant et replat ; des expositions moyennes (est et ouest) plus abondantes ; l'altitude plus basse ; la couverture herbacée du sol souvent faible ; l'appartenance de beaucoup de placettes aux massifs 5 et 6 qui sont les plus soustraits aux influences humides.

* Groupe 6

- Liste des espèces

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| . <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> | . <i>Pirola chlorantha</i> |
| . <i>Solidago virga-aurea</i> | . <i>Sempervivum</i> sp |
| . <i>Valeriana tripteris</i> | . <i>Saxifraga geranioides</i> |
| . <i>Sedum reflexum</i> | . <i>Silene rupestris</i> |

- Caractères écologiques

On peut lui accorder le même caractère de sécheresse qu'au groupe précédent avec les mêmes explications mais on ne le trouve que dans des zones rocheuses assez tourmentées où la pente, la profondeur du sol ... sont très variables sur une surface réduite.

* Groupe 7

- Liste des espèces

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| . <i>Daphne mezereum</i> | . <i>Laserpitium nestleri</i> |
| . <i>Aquilegia vulgaris</i> | . <i>Pedicularis comosa</i> |
| . <i>Lilium martagon</i> | . <i>Ononis striata</i> |
| . <i>Knautia silvatica</i> | . <i>Valeriana montana</i> |
| . <i>Orchis</i> sp | . <i>Bupleurum falcatum</i> |
| . <i>Lonicera alpigena</i> | . <i>Gentiana ciliata</i> |
| . <i>Astrantia major</i> | . <i>Lathyrus Vernus</i> |
| . <i>Polygonatum verticillatum</i> | . <i>Viburnum lantana</i> |
| . <i>Carduus arctioides</i> | . <i>Sesleria coerulea</i> |

- Caractères écologiques

Ce groupe est constitué d'espèces qui trouvent dans le substratum calcaire des conditions favorables à leur développement. Si pour certaines (de *Carduus arctioides* à *Sesleria coerulea*) la nature calcaire de la roche-mère est nécessaire, d'autres n'y poussent

que parce qu'elles rencontrent des caractères particuliers de richesse (de *Daphne mezereum* à *Polygonatum verticillatum*). D'ailleurs, en Capcir, on les retrouve dans les stations les plus riches.

2.2 - Stations écologiques

* S T A T I O N 1 - Froide d'altitude à tendance humide

- Groupes écologiques : I, II, III, IV.

- Caractères écologiques

a/ Altitude élevée, pente marquée, expositions nord dominantes appartenant au massif 4 sont les caractéristiques de la station.

b/ Ces facteurs déterminent une station froide d'altitude à tendance humide. Nous nous trouvons en effet à la limite supérieure de la forêt, sur les versants nord du Cambre d'Aze qui reçoivent de front la Tramontane et le Carcanet par la trouée de la Quillanne. Les nuages que ces vents froids transportent s'accumulent sur les flancs raides du Cambre d'Aze donnant ainsi des précipitations plus abondantes.

* S T A T I O N 2 - Froide à tendance humide

- Groupes écologiques : II, III, IV.

- Caractères écologiques

a/ On retiendra les expositions nord bien marquées, le massif 4 dominant, les éboulis et bas de pente plus nombreux que la moyenne.

b/ Nous retrouvons ici des conditions semblables à la station précédente : froid lié aux expositions et à la situation géographique face à la Quillanne : humidité renforcée par les positions de bas de versant, les éboulis de gneiss qui favorisent la circulation de l'eau, les éléments fins des micaschistes qui assurent sa rétention. Seule l'altitude nettement inférieure la distingue de la station 1.

* S T A T I O N 3 - Froide

- Groupes écologiques : III, IV.

- Caractères écologiques

a/ On note, par rapport aux stations précédentes, l'exposition nord accentuée par la pente, l'apparition de hauts de versant et du massif 6.

b/ Les expositions conservent à la station un caractère de froid. Par contre, l'humidité disparaît : en effet, les placettes des massifs 5 et 6 sont abritées des influences venant du Capcir grâce à leur situation plus occidentale ; celles du massif 4 présentent toujours des conditions particulières : hauts de versant ou croupes où l'approvisionnement en eau est restreint ; positions aux extrémités Est et Ouest du massif, protégées des vents humides

venant du col de la Quillanne par des promontoires ; pente avoisinant les 50 % et nombreux sols sur gneiss accélérant l'évacuation de l'eau.

* S T A T I O N 4 - Mésophile

- Groupe écologique : IV

- Caractères écologiques

a/ Les expositions plein nord diminuent fortement et la pente est plus faible, le massif 4 disparaît et on se trouve surtout sur schistes.

b/ Nous nous trouvons dans la station mésophile. En effet, si les expositions nord sont encore nombreuses, la pente empêche le froid de s'exprimer nettement. Le problème du régime hydrique est plus complexe. L'approvisionnement en eau est assez faible à cause de la barrière que constitue le massif du Carlit pour les perturbations venant du nord ouest. De plus, quand les nuages arrivent à pénétrer en Cerdagne, ils ne sont pas arrêtés par la crête ouest du Puigmal aux formes douces et à l'altitude peu élevée. La majorité des précipitations se produit donc quand le mauvais temps de sud-est déborde la chaîne frontalière. Pourtant, la pente faible limitant le ruissellement, les sols sur schistes favorisant la rétention en eau, empêchent une sécheresse marquée. Remarquons que, comme pour le Capcir, cette station mésophile est toujours sur schistes et excessivement pâturée.

* S T A T I O N 5 - Froide et sèche

- Groupes écologiques : III, IV, V.

- Caractères écologiques

a/ Expositions nord dominantes, pente forte et absence de placettes du massif 4 sont les traits dominants.

b/ Il s'agit cette fois d'une station froide, les expositions nord étant accentuées par la pente. C'est surtout la position géographique (même condition qu'en station 4) qui est à l'origine de la sécheresse accentuée ici par la pente forte favorisant le ruissellement.

Remarque : Il existe en Capcir une station froide et sèche expliquée en particulier par sa pente faible et l'abondance des hauts de versant (station 12). Ici, au contraire, la pente est forte et on se trouve toujours en milieu ou bas de versant. L'explication se trouve à notre avis dans l'ambiance générale beaucoup plus sèche de la Cerdagne et dans l'origine des perturbations. Si en Capcir, les nuages qui viennent du nord sont bloqués par de fortes pentes, en Cerdagne, venant surtout du Sud-Est, il ne sont pas influencés par le relief du côté français de la chaîne.

* S T A T I O N 6 - Orofile froide

- Groupes écologiques : III, IV, V, VI.

- Caractères écologiques

a/ La pente forte avec des expositions nord encore nombreuses,

l'importance des placettes sur éboulis et rochers ainsi que la domination du massif 4 sont à noter.

b/ Comme pour la station précédente, on retrouve les caractères de froid et de sécheresse. Cependant celle-ci reçoit d'autres explications que la situation géographique. En effet, elle tient au fait que la station est orophile, ce qui compense sa localisation dans le massif 4. On peut remarquer que cette dernière condition se retrouve uniquement sur gneiss et micaschistes dans les régions du Cambre d'Aze et de la vallée de LLo au relief plus tourmenté.

* S T A T I O N 7 - Orophile

- Groupes écologiques : IV, V, VI.

- Caractères écologiques

a/ Les expositions Est et Ouest deviennent largement dominantes et on peut souligner l'importance des hauts de versant. Toutes les placettes sont sur éboulis ou rochers. Enfin, le massif 4 est très représenté.

b/ Par rapport à la station précédente, la différence porte sur le froid qui disparaît : ceci s'explique essentiellement par les expositions. Par contre, il s'agit toujours d'une station de rochers où la sécheresse est accentuée par la pente assez forte et les positions de haut de versant. L'importance du massif 4 a la même explication que dans la station 6.

* S T A T I O N 8 - Sèche

- Groupes écologiques : IV, V.

- Caractères écologiques

a/ Pente faible surtout quand les expositions sont nord. Les hauts de versant et replats sont supérieurs à la moyenne et les massifs 5 et 6 dominent.

b/ Si les expositions nord sont encore fréquentes, la pente faible, les positions de hauts de versant, replats et croupes sont autant de facteurs de compensation qui font que la station n'est pas froide.

La sécheresse y est par contre nette. Elle s'explique bien sûr par la situation géographique. Mais par rapport à la station 4, elle est accentuée par un sol souvent superficiel (33 % des placettes), un couvert forestier faible (71 % des placettes où le couvert est inférieur à 75 %), une couverture du sol souvent incomplète (57 % des placettes) autant de facteurs qui favorisent l'évaporation. Remarquons, enfin, qu'il s'agit d'une station très pâturée.

* S T A T I O N 9 - Calcaire

- Groupes écologiques : IV, V, VII.

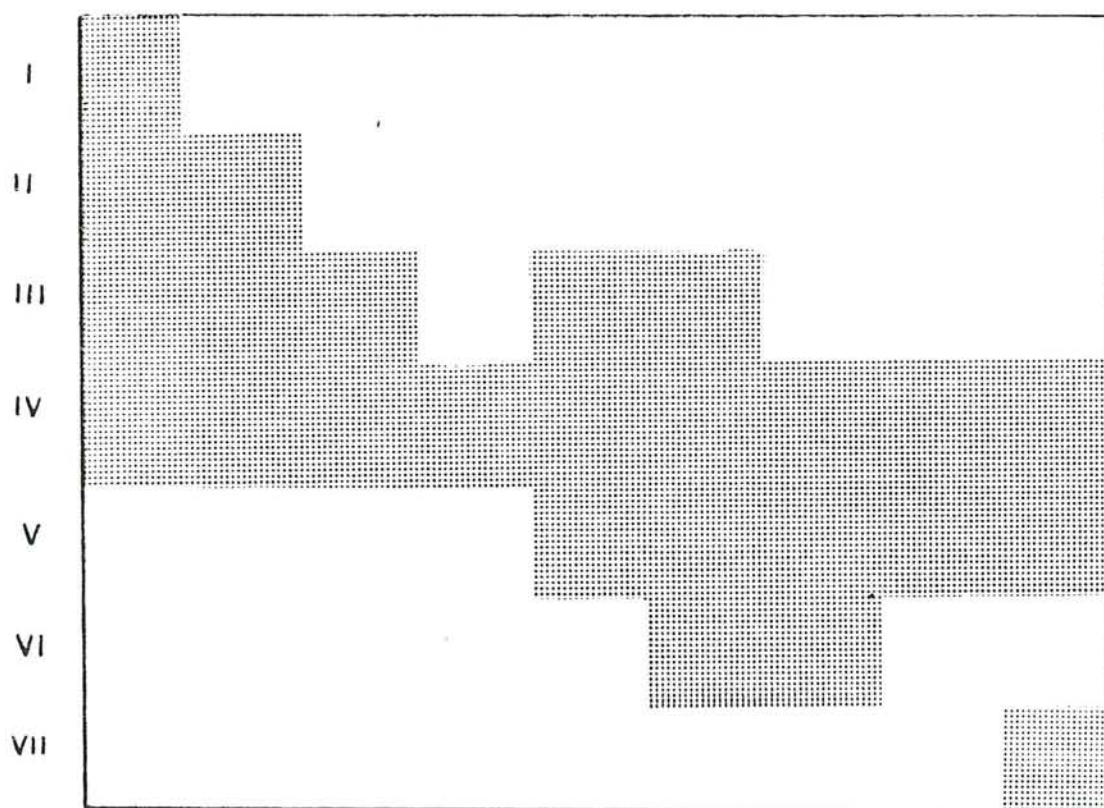
- Caractères écologiques

La roche-mère calcaire regroupe les 4 placettes de cette

STATIONS ECOLOGIQUES

1 2 3 4 5 6 7 8 9

GROUPES
ECOLOGIQUES



CERDAGNE

REPARTITION DES GROUPES SELON
LES STATIONS ECOLOGIQUES

station. Il existe vraisemblablement des nuances : sur sol profond, (les 3 premières placettes), la richesse minérale du sol ainsi que la meilleure rétention en eau explique la présence de plantes comme *Aquilegia vulgaris*, *Knautia silvatica* ... qui disparaissent quand la roche affleure. Cependant, le calcaire qui se présente sous forme d'inclusions au milieu d'autres terrains n'a qu'une faible extension : aussi n'avons nous pu cerner de plus près les différences stationnelles.

2.3 - Conclusions

Par rapport au Capcir, la Cerdagne montre une moins grande variété, seulement 7 groupes écologiques et 9 stations. Pourtant, la réalisation du tableau floristique et son interprétation écologique ont été plus ingrates et les résultats sont moins nets. Les causes sont multiples : le pâturage presque systématique de toute la forêt et la sécheresse très accentuée oblitèrent les autres caractères ; le couvert souvent clairié ne permet pas l'installation d'une véritable ambiance forestière ; la forêt n'existe que sur les versants nord, ce qui limite le rôle de l'exposition.

Aussi, il en résulte de nombreux problèmes au moment de la diagonalisation. Beaucoup d'espèces, soit trop fréquentes, soit trop rares, et à répartition imprécise, ne sont d'aucune utilité pour définir les stations : elles forment la partie centrale du tableau ou ont été éliminées. D'autres, bien que caractéristiques d'un milieu, n'y sont pas constamment. Enfin, les milieux s'interpénètrent souvent étroitement.

Au niveau de l'interprétation, si le caractère complexe (froid, sécheresse, ...) peut être dégagé, l'explication est souvent difficile à donner et ne s'applique en général pas à toutes les placettes ; en fait chaque placette est bien à sa place mais pour des raisons qui souvent lui sont propres.

De tout cela, il résulte des stations souvent moins nettes qu'en Capcir et qui posent le problème des limites de la méthode phytosociologique.

Malgré cela, nous observons un axe explicatif principal "humidité-sécheresse" accompagné de deux axes secondaires "froid-chaud". Mais, par rapport au Capcir, les stations humides sont très limitées, la chaleur est mal marquée (absence d'expositions sud), et, parmi les éléments explicatifs, la position géographique est le facteur prépondérant. Remarquons que le rôle de la roche-mère est difficile à cerner : en effet, gneiss, micaschistes puis schistes se répartissent en bandes depuis le Cambre d'Aze jusqu'à la forêt d'Osséja (massif 6) et se superposent donc aux variations de la position géographique à tel point que leur action est masquée.

En conséquence, le milieu naturel apparaît moins varié, ce qu'accroît encore l'omniprésence du pin à crochets. Les résultats obtenus confirment les différences qui existent entre les deux régions du Capcir et de la Cerdagne, et nous incitent à poursuivre leur étude séparément.

IV° - P A R T I E

E T U D E d e s S T A T I O N S F O R E S T I E R E S

IVème Partie - ETUDE DES STATIONS FORESTIERES

Introduction :

Nous avons défini 19 stations écologiques en Capcir et 9 en Cerdagne. Ce nombre élevé, s'il donne une bonne approche du milieu, peut compliquer la tâche du gestionnaire en multipliant les actions sylvicoles. Aussi pour aider celui-ci, des regroupements s'imposent, ce qui amène à définir des stations forestières. Ce terme représente pour le CNRF "une étendue de forêt homogène dans ses conditions écologiques et son peuplement dans laquelle le forestier peut pratiquer la même sylviculture et peut espérer une même production"(1). On verra que, pour nous, si les stations forestières sont conçues pour avoir même sylviculture et même production, les facteurs écologiques simples peuvent être variés ; cependant les stations écologiques y sont réunies par une même ambiance générale (humidité, âpreté, sécheresse ...).

A - TRAITEMENT DES DONNEES FORESTIERES

1 - Rappel des données disponibles

Le travail de terrain nous a permis de mesurer la circonférence, l'âge, la hauteur de :

- 397 pins à crochets, 117 pins sylvestres et 36 sapins en Capcir.
- 239 pins à crochets et quelques pins sylvestres en Cerdagne.
- Quelques épicéas et mélèzes.

D'autre part nous possédons des données de peuplement, en particulier l'état de la régénération, l'état sanitaire, la consistance et le pâturage.

2 - Mise en oeuvre

L'étude s'est faite en trois étapes :

2.1 - Définition de stations équipotentielles pour le pin à crochets.

Le pin à crochets étant l'essence dominante dans la région, son traitement est le premier problème du gestionnaire. De plus étant présent dans l'ensemble des stations écologiques à l'état de peuplement, c'est la seule essence qui permette de les comparer toutes entre elles. Il convient donc de définir des stations équipotentielles pour le pin à crochets.

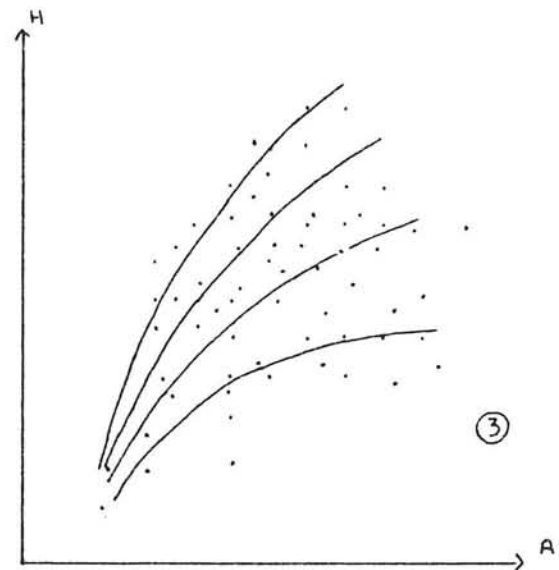
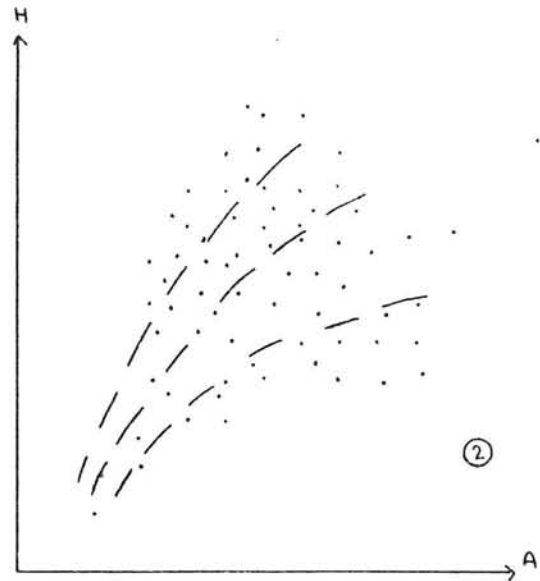
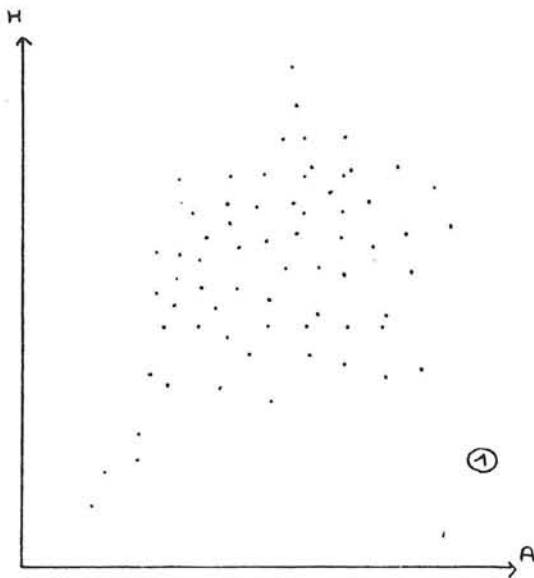
Pour cela nous avons opéré de la façon suivante :

2.1.1. - Graphes hauteur fonction de l'âge

- on place sur papier millimétré chaque arbre d'après sa hauteur et son âge, repéré par le numéro du relevé auquel il appartient.

(1) Source : Bulletin Technique n° 9 - 1977 - O.N.F.

Principales étapes de la définition des SEPC



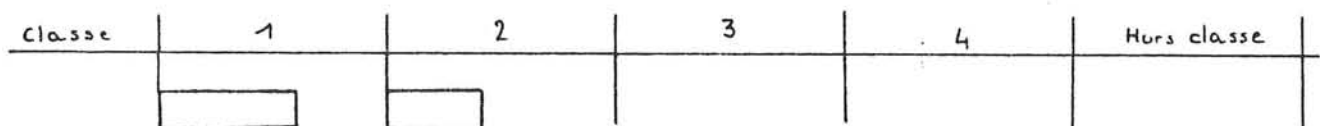
① Graphe Hauteur - Age

② Découpage du nuage "à la main" et à l'oeil en 4 population d'effectifs égaux

③ Courbes $H = f(A)$
 $H = b A^p$

Diagramme de répartition des relevés d'une station dans chaque classe de hauteur.

ex Station 18 :
 classe 1 60 %
 classe 2 40 %
 autres classes 0 %



- on découpe " à la main et à l'oeil" d'après sa forme, le nuage de points obtenus en quatre populations d'effectifs égaux.
- on recherche la courbe de régression sous la forme $H_m = b A^p$ (H_m = hauteur moyenne, A = âge) de chacune de ces populations : A l'aide de la HP 33 E, en passant en coordonnées logarithmiques, on peut obtenir directement la droite de régression linéaire, $\text{LOG } H_m = p \text{ LOG } A + \text{LOG } b$ et donc la courbe de régression en coordonnées normales.
- les quatre courbes obtenues sont tracées sur le graphe ; elles représentent quatre classes de hauteur.

2.1.2 - Premiers classements des stations écologiques

- Chaque arbre est rattaché à la courbe la plus proche et appartient donc à la classe de hauteur qu'elle représente.
- Chaque relevé est classé en fonction des trois arbres qui la composent :
 - . Si les trois arbres appartiennent à la même classe de hauteur, le relevé appartient à cette classe.
 - . Si deux arbres appartiennent à une classe A et le troisième à une classe voisine, le relevé est classé en A.
 - . Dans tous les autres cas le relevé est mis hors-classe.
- Pour chaque station écologique, on réalise un diagramme où est porté pour chaque classe le pourcentage de relevés de la station situés dans cette classe.
- On regroupe ces diagrammes en un tableau. La diagonalisation de celui-ci permet de classer les stations de la meilleure à la plus mauvaise, et de regrouper celles qui ont des diagrammes voisins.

Remarque : En plus de ce classement utilisant tous les arbres, nous en avons réalisé, selon la même démarche, un second en ne conservant que le plus grand arbre de chaque relevé (Nous parlerons alors de "hauteur dominante H_0 "). Dans ce cas, le classement des relevés est le même que celui des arbres, donc supprime les "hors-classes".

2.1.3 - Analyse de variances et classement définitif

Des deux classements on garde celui qui donne les groupes de stations les plus larges. L'homogénéité de chaque groupe est testée par une analyse de variances, portant sur les hauteurs, à un facteur contrôlé, la station écologique. Cette analyse peut apporter quelques modifications qui donnent naissance aux stations équipotentielles pour le pin à crochets définitives.

2.2 - Etude des autres essences

Le pin à crochets n'étant pas la seule essence présente dans la région, il fallait tenir compte des autres pour élaborer les stations forestières.

2.2.1 - Essences abondantes : Sapin et Pin Sylvestre

- On essaye de cerner l'écologie régionale de ces essences en étudiant l'ensemble des relevés où elles sont présentes.
- Dans les stations où elles sont en peuplement, elles sont comparées au pin à crochets à l'aide de graphes hauteur-âge, circonférence-âge, circonférence-hauteur.
- Parmi les autres stations, on recherche à l'aide des données écologiques étudiées celles où l'extension de l'essence est possible.
- Enfin, à l'aide des graphes cités et en s'appuyant sur des analyses de variances à un facteur contrôlé (la station écologique) portant sur les hauteurs, on regroupe les stations écologiques où l'essence étudiée donne des résultats semblables.

2.2.2 - Essences peu ou pas présentes dans la région

On recherche dans l'écologie générale des essences celles qui pourraient être introduites dans la région. Quand cela est possible (peuplements assez anciens, arboretum de Font-Romeu), des données chiffrées indiquant une idée des résultats à attendre. A la lumière de ces observations, on essaye de préciser les stations écologiques où elles peuvent être implantées.

2.3 - Etude de la régénération et de l'état sanitaire

Une étude générale a été faite sur l'ensemble des relevés pour préciser le rôle de certains facteurs écologiques ou de peuplement sur ces questions. Elle ne porte que sur le pin à crochets qui pose les problèmes les plus pressants. Des précisions sont recherchées au niveau de chaque station écologique.

3 - Commentaires sur la mise en oeuvre de cette méthode

Du fait du matériel disponible, la mise en oeuvre de la méthode s'est heurtée à certaines difficultés, ce qui nous oblige à fixer des limites aux résultats.

3.1 - Les causes des difficultés

Elles sont de plusieurs ordres :

- l'échantillonnage a été bâti pour l'étude des stations écologiques. Cependant les données peuplement prises à chaque placette devaient permettre le passage aux stations forestières. Mais dans quelques cas et malgré des compléments elles se sont révélées insuffisantes :

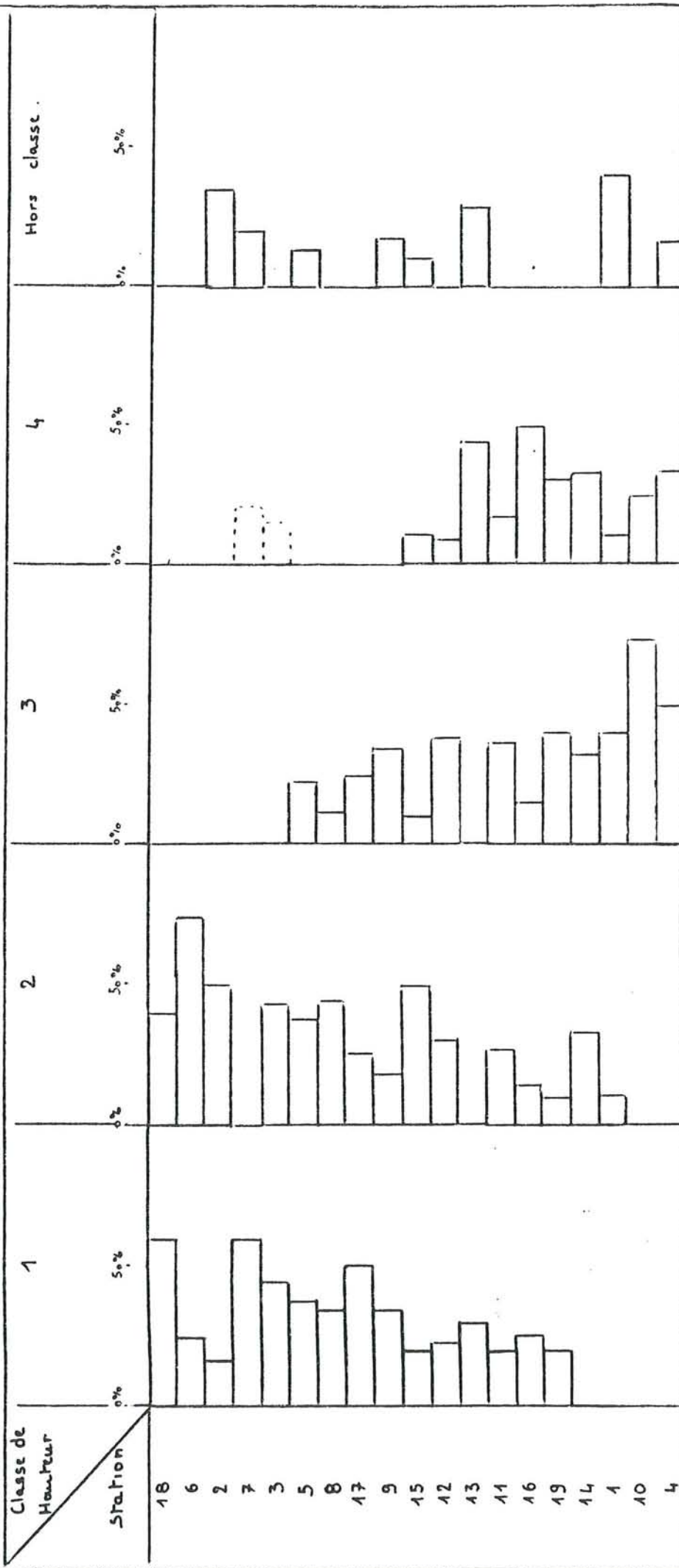
- + pour les stations représentées par quelques relevés seulement, le nombre d'arbres mesurés est trop faible.
- + dans le cas de comparaison entre essences, il peut y avoir disproportion entre les nombres d'arbres de chaque essence.
- + d'une station à l'autre (ou d'une essence à l'autre), les tranches d'âges les plus représentées peuvent ne pas correspondre.
- + Le nombre d'arbres jeunes est insuffisant.
- D'autre part les mesures sur les trois arbres les plus proches du centre donnent des valeurs moyennes qui sont les plus représentatives du peuplement. Mais elles posent le problème des dominants-dominés, et donc de l'irrégularité des hauteurs sur une même placette.
- Ici encore, le facteur anthropique est une gêne : bien sûr il fausse la répartition des essences mais il peut même influencer la hauteur des arbres. Par exemple dans un pré-bois un arbre de 73 ans abrité de la dent du bétail par une touffe de genévrier a la même taille que son voisin, non abrité, de 173 ans (relevé 131).

Dans ces conditions, il n'existe pas de méthode toute faite et celle que nous avons mise au point, apparemment satisfaisante, se heurte à des difficultés d'application.

3.2 - Les difficultés

- Le classement des stations écologiques à partir d'un graphe nous a été imposé car nous n'avions pas suffisamment de vieux arbres dans une tranche d'âge limitée pour seulement comparer des hauteurs moyennes. Ce faisant, se posent deux questions :
 - + Le choix d'une équation de la forme $H = b A^p$ est discutable. En effet si la croissance d'un arbre présente une phase exponentielle, le début et la fin de cette croissance sont différentes. Mais avec les moyens dont nous disposons, nous avons dû nous contenter de cette équation simplifiée.
 - + Dans la mise en oeuvre, l'absence de jeunes et de très vieux arbres a influencé la forme du nuage de points et donc faussé le découpage et la valeur des paramètres des courbes de croissance.
- Le classement des relevés s'est révélé difficile. Si on utilise les trois arbres du relevé, les différences de hauteur sont telles que l'on a beaucoup de hors-classes. Si on ne veut prendre que le dominant, lequel choisir ? Le plus gros d'un pré-bois qui peut avoir 100 ans de plus que les autres (relevé 131) ? Le plus haut d'un petit mètre mais avec 100 ans de plus que son voisin ? C'est pourquoi nous avons utilisé la hauteur moyenne et la hauteur "dominante" afin de confronter les deux classements des stations.

C A P C I R : CLASSEMENT des STATIONS à PARTIR du GRAPHE $H_m = f(A)$



Chaque batonnet représente le % des placettes de la station présentes dans la classe de hauteur.

- Du fait de certaines insuffisances des données peuplement, les analyses de variances ont porté sur une large tranche d'âge (tous les arbres âgés de 100 ans et plus pour le pin à crochets et le sapin, 90 ans et plus pour le pin sylvestre). Ceci est une cause d'erreur mais qui, à la lecture de la liste des hauteurs, nous ont paru assez faibles.
- Au niveau de la comparaison entre deux essences, les mêmes insuffisances ne permettent pas d'utiliser des courbes de régression.

3.3 - Les limites

Ces difficultés rencontrées lors de la mise en oeuvre doivent nous inciter à la prudence quant à l'utilisation des résultats.

En effet, les résultats chiffrés n'ont qu'une valeur relative et pas absolue :

- + Les courbes de croissance ne peuvent servir qu'au classement de nos relevés et en aucun cas être utilisées lors d'une autre étude.
- + Les hauteurs moyennes pour chaque station ne doivent être prises qu'à titre indicatif.

Par contre ils permettent une comparaison suffisamment valable pour que nous puissions définir des stations forestières nettement caractérisées. D'ailleurs les regroupements vont dans le même sens que les observations faites sur le terrain et ne heurtent pas la logique du tableau écologique.

B - RESULTATS

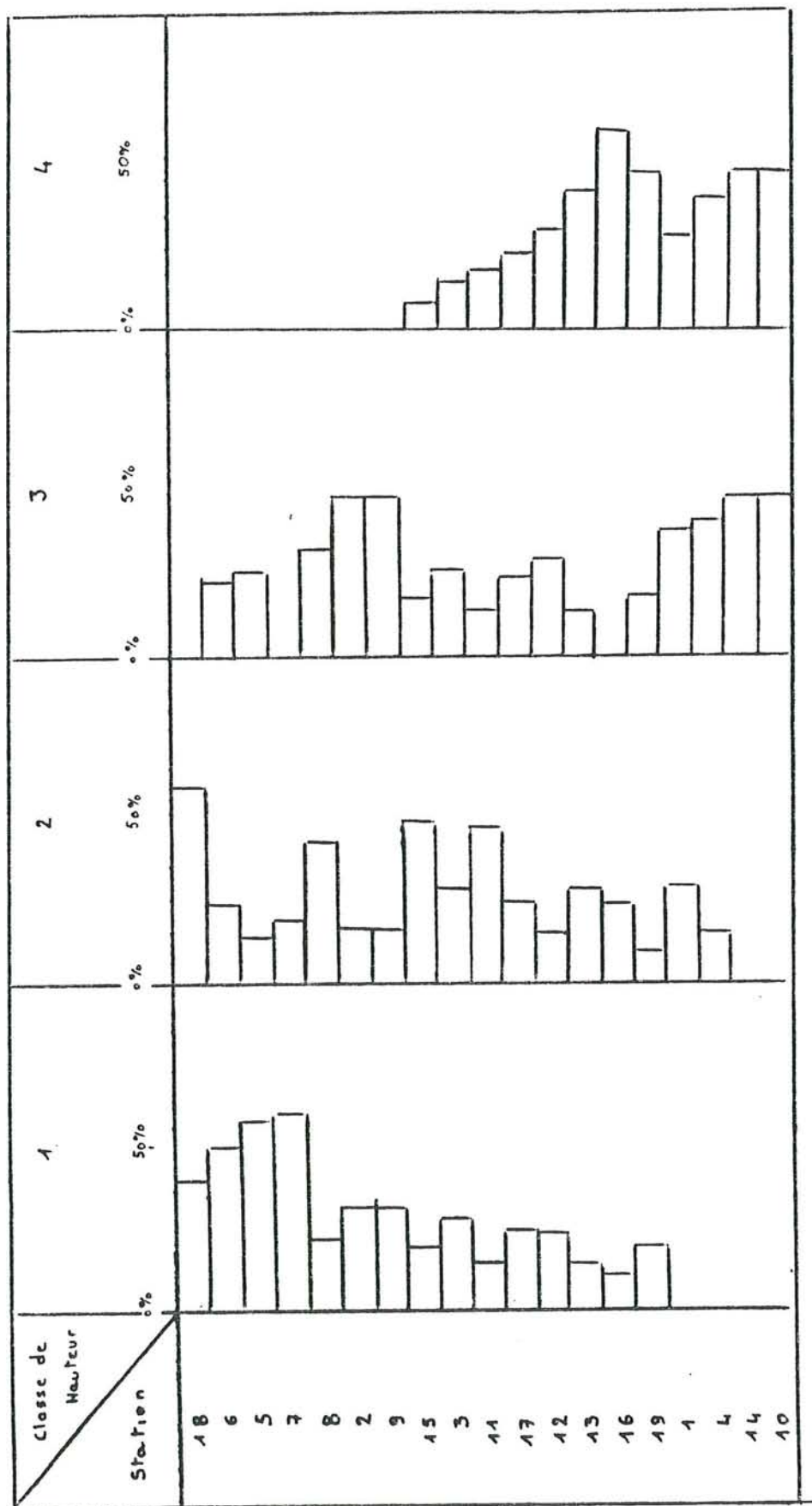
Cette partie est plus directement liée à la gestion. C'est pourquoi sont cités différents noms de lieu. Le lecteur non averti pourra se reporter à la carte du pâturage qui indique le nom des forêts.

1 - Capcir

1.1 - Stations équipotentiellles pour le pin à crochets

Du classement des stations à partir du graphe $Hm = f(A)$ ressortent les quatre groupes suivants : (Annexes 15, 16)

- + 18, 6, 2, 7, 3.
- + 5, 8, 17, 9.
- + 15, 12, 13, 11, 16, 19.
- + 14, 1, 10, 4.



CAPCIR : Classement des Stations à partir du graphe $H_o = f(A)$

Chaque bâtonnet représente le % des placettes de la station présent dans la classe de hauteur.

De même à partir du graphe $H_0 = f(A)$ se dégagent les trois groupes suivants : (Annexes 15, 16)

- + 18, 6, 5, 7, 8, 2, 9.
- + 15, 3, 11, 17, 12, 13, 16, 19.
- + 1, 4, 14, 10.

Ce sont ces derniers qui, plus larges, ont été soumis aux analyses de variances (Annexes n° 18, 19, 20). De celles-ci ressort le classement définitif :

Stations équipotentiel- les pin à crochets	Stations écologiques	Hauteur moyen- ne indicative
S E P C n°1	8, 6, 3, 7, 5, 2 18	16,51 m
S E P C n°2	13, 15, 9, 12, 11, 16, 17	14,64 m
S E P C n°3	4, 19, 10, 1, 14	13,37 m

Observations :

- Par rapport aux groupes testés on peut relever quelques changements
 - + La station 9 située en queue du premier groupe testé se retrouve dans le deuxième groupe.
 - + La station 3, au contraire, se retrouve dans le groupe de tête.
 - + La station 19 enfin rétrograde dans le dernier groupe.

Ces changements ne surprennent pas outre mesure étant donnée la place de ces stations dans le classement issu du graphe $H_m = f(A)$.

- Dans les stations équipotentielles (tableau ci-dessus), les stations écologiques sont placées par ordre de hauteurs moyennes décroissantes (Annexes n° 18, 19, 20) sauf les 17 et 14 qui n'ont pu être testées vu leur faible nombre d'arbres ; elles sont classées uniquement d'après le graphe.
- On peut noter que la SEPC n°1, la meilleure, rassemble les stations de la partie humide du tableau (sauf la 1 et la 4) et celle sur calcaire profond (18), donc les plus riches. Au contraire la SEPC n°3 est constituée des stations aux conditions les plus difficiles : tourbière, altitude, sol superficiel. Enfin la SEPC n°2 regroupe les stations à tendance sèche.

1.2 - Etude des autres essences

1.2.1 - Le Sapin

a/ Exigences écologiques locales (Annexe n° 21)

Le sapin recherche les expositions Nord soulignées par une pente forte. Il y forme de beaux peuplements jusque vers 1800-1850 m ; au-dessus on le trouve à l'état d'arbre isolé. En outre, il est présent sur toutes les roches, peut-être plus abondant sur granites, et recherche les éboulis.

b/ Comparaison avec le pin à crochets

On ne trouve le sapin en peuplements que dans les stations 3 et 5 :

* S T A T I O N 3 (Annexes n° 22a, 22b, 22c)

Le Sapin apparaît nettement plus grand que le pin à crochets (Hm sapin = 18,94 m, Hm crochet = 16,56 m), et légèrement plus gros. Cependant comme le sapin à un âge d'exploitabilité supérieur (140 ans pour le sapin, 120 ans pour le crochet), il peut atteindre des diamètres plus élevés.

Cette station est donc très favorable au sapin. Mais le relevé 339, situé à 1900 m, nous montre qu'à partir de cette altitude le sapin n'est pas supérieur au pin à crochets.

* S T A T I O N 5 (Annexes n° 23a, 23b, 23c)

Ici les hauteurs et diamètres du sapin sont supérieurs à ceux du pin à crochets mais de façon moins marquée que dans la station 3 (Hm sapin = 18,00 m, Hm crochet = 16,19 m). On peut néanmoins lui accorder la préférence.

* Autres stations

Les stations 1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 ont des conditions écologiques nettement différentes de celles exigées par le sapin.

Par contre le problème est plus délicat dans les stations suivantes :

- Dans la station 4 le sapin est très présent, mais peu abondant, à cause de l'altitude élevée. Il n'est donc pas intéressant de chercher à l'y développer, sauf dans les parties les plus basses.
- Malgré certaines conditions écologiques favorables, la station 7 de par ses positions d'abri, n'est peut-être pas assez humide pour accepter le sapin. Il faudrait rechercher sur tout le Capcir s'il n'existe pas quelques sapins dans cette station avant de se prononcer définitivement.
- Enfin la station 12, bien qu'exposée au Nord, est bien trop sèche pour le sapin.

c/ Conclusion :

Les stations 3 et 5 sont les seules favorables au sapin. Comme elles appartiennent toutes deux à la SEPC n°1, et que les valeurs du sapin sont proches, elles vont constituer une station forestière.

1.2.2 - Le Pin sylvestre

a/ Exigences écologiques locales (Annexe n° 24)

On peut le trouver sur toutes les soulanes de la région mais il n'y dépasse guère 1800 m. Cependant il n'est pas absent des versants Nord s'il y trouve des compensations : altitude plus basse, pente faible... Il est indifférent à la roche.

b/ Comparaison avec le pin à crochets

On trouve le pin sylvestre en peuplements dans les stations 6, 7, 13, 15, 16, 18, 19.

* S T A T I O N 6 (Annexes n° 25a, 25b, 25c)

Les pins sylvestres ont une hauteur nettement supérieure aux pins à crochets (Hm sylv. = 24,18 m, Hm crochet = 16,86 m) et parmi eux, ceux de la Matte dominant (relevés 169, 170, 173). D'une façon générale, ils sont plus gros que les crochets et comme ils peuvent être gardés plus vieux (âge d'exploitabilité 140 à 150 ans) ils donnent des diamètres bien plus élevés.

C'est donc une station très favorable au pin sylvestre qui y est déjà abondant. Bien sûr les meilleurs résultats seront obtenus à la Matte mais les basses moraines des Angles et de Formigüères suivent de près.

Remarque : Certaines placettes situées sur les versants Nord de ces moraines appartiennent à la station 5 et peuvent donc abriter du sapin. Cependant, nous pensons que tant que la pente reste faible, on peut très bien y développer le pin sylvestre. Les raisons pratiques de la gestion décideront.

* S T A T I O N 7 (Annexes n° 26a, 26b, 26c)

On ne peut vraiment départager les pins à crochets des pins sylvestres ni pour la hauteur (Hm sylv. = 18,00 m, Hm crochet = 16,25 m) ni pour la circonférence. Le relevé 302 qui abaisse la valeur des crochets est un peu particulier par son altitude et sa pente très forte.

Les conditions écologiques ne conviennent pas à priori au pin sylvestre (Expositions Nord avec pente forte en général) mais il peut s'y établir dans certains cas : altitude très basse au relevé 329, exposition Est au 248).

On ne peut donc préconiser l'une ou l'autre de ces essences et de toutes façons les produits seront toujours valables.

* S T A T I O N 13 (Annexes n° 27a, 27b, 27c)

La comparaison entre les 2 essences n'est possible que sur moraine où le pin sylvestre, très présent, domine largement le pin à crochets au point de vue hauteur (Hm sylv. = 20,80 m, Hm crochet = 15,19 m) et montre des diamètres légèrement supérieurs malgré des peuplements serrés.

Il faut donc distinguer la partie sur moraine à vocation pin sylvestre de celle sur granite, d'altitude trop élevée pour ce dernier, où on conservera le pin à crochets.

* S T A T I O N 15 (Annexes n° 28a, 28b, 28c)

Au point de vue hauteur, le pin sylvestre dépasse nettement le pin à crochets (Hm sylv. = 17,62 m, Hm crochet = 15,09 m) sauf dans quelques cas difficiles altitude élevée, sol superficiel, pâturage. Il est également bien meilleur pour le diamètre quel que soit l'âge.

C'est donc une station à pin sylvestre où les meilleurs résultats seront obtenus sur moraine (sol profond, altitude faible). Ailleurs il reste supérieur en général au pin à crochets mais il faut être prudent au-dessus de 1750 à 1800 m où il ne réussira qu'aux expositions Sud.

Comme pour la station 6, on trouve des expositions Nord de pente faible et à basse altitude qui restent favorables au pin sylvestre (moraine d'Espousouille).

* S T A T I O N 16 (Annexes n° 29a, 29b, 29c)

Le pin sylvestre l'emporte amplement sur le pin à crochets tant pour la hauteur (Hm sylv. = 19,18 m, Hm crochet = 14,20 m) que pour le diamètre. Le pin sylvestre apprécie beaucoup le caractère de chaleur de cette station. On peut donc l'étendre sans crainte mais sans trop dépasser 1800 m.

* S T A T I O N 18 (Annexes n° 30a, 30b, 30c)

Le pin sylvestre y est très abondant alors que le pin à crochets est rare. Ce dernier est inférieur au sylvestre pour la hauteur (Hm sylv. = 18,89 m, Hm crochet = 15,63 m) comme pour le diamètre surtout au-dessus de 100 ans. Le pin sylvestre peut donc être étendu à toute la station quelles que soient l'exposition et la pente au-dessous de 1800 m.

Remarque : le sapin doit pouvoir venir aux expositions Nord avec pente forte (semis déjà présents sur certaines placettes). On pourra dans ce cas le substituer au crochet notamment entre 1800 à 1900 m.

* S T A T I O N 19 (Annexes n° 31a, 31b, 31c)

La différence de hauteur est moins grande entre le pin à crochets et le pin sylvestre au profit de ce dernier (Hm sylv. = 15,83 m, Hm crochet = 13,60 m); pour les deux essences les hauteurs sont faibles d'autant que les relevés 160 et 335 les augmentent de plus d'un mètre alors qu'ils sont dans des conditions plus favorables (moraine, fond de vallon). Au point de vue diamètre les sylvestres sont meilleurs.

Les résultats qu'il est possible d'envisager ne semblent pas mériter que l'on favorise à tout prix le sylvestre aux dépens du crochet. On peut se contenter de garder les deux essences là où elles existent en avantageant peut-être le sylvestre dans les régénérations aux basses altitudes et aux expositions Sud.

* Autres stations

Il n'est pas possible d'introduire le pin sylvestre dans les stations 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12. Pour cette dernière malgré les conditions de pente faible en exposition Nord, la station est trop froide et d'altitude trop élevée pour accueillir le sylvestre.

Dans les stations 8, 11, 17 (mésophiles) les conditions écologiques ne lui sont pas franchement défavorables. Aussi si elles se présentent comme une enclave réduite au milieu d'une zone à pins sylvestres, on pourra y introduire ce dernier pour faciliter la gestion. Sinon il n'y a pas grand intérêt à le substituer au pin à crochets.

La station 14, sèche et chaude, semble favorable au pin sylvestre. On peut l'y développer, mais étant sur rochers, il faut s'attendre à des résultats très irréguliers avec une moyenne médiocre.

c/ Conclusion

Les stations 6, 13, 15, 16, 18, 19, 14 sont en définitive à vocation pin sylvestre. Elles ne constituent pas cependant un ensemble homogène. Une analyse de variances (Annexe n° 32) nous a permis de distinguer trois stations forestières :

- la première, constituée de la seule station écologique, 6, est nettement supérieure aux autres (Hm sylv. = 24,18 m).
- La seconde regroupe les stations écologiques 13, 16, 18, 15 (Hm sylv. = 19,04 m) : bien qu'appartenant à des stations équipotentiellles pour le pin à crochets différentes (la 18 à la SEPC n°1, les autres à la SEPC n°2), les hauteurs moyennes du pin à crochets sont suffisamment proches pour n'en faire qu'une station forestière.
- La dernière est constituée de la station écologique 19 notablement plus faible à laquelle nous joignons la station écologique 14.

Remarque importante : La lecture des graphes montre que, quelles que soient les stations écologiques, pour le pin à crochets comme pour le pin sylvestre, les hauteurs sont bien plus irrégulières et en moyenne plus faibles sur roche en place que sur moraine. Bien que ces conditions ne se distinguent pas floristiquement puisque leur écologie est très voisine, le gestionnaire aura intérêt à en tenir compte.

1.2.3 - Essences peu ou pas présentes dans la région

a/ Epicéa commun (*Picea excelsa* Link)

* C'est une essence de demi-lumière, résistante au froid mais craignant les gelées tardives selon les provenances. Elle est exigeante en eau et préfère les climats humides, mais résiste assez bien à la

* Introduit en même temps que l'épicéa, il permet de donner quelques mesures intéressantes.

: Stat.écologiq.	: FD de Clavéra	: FD Coume de Pon-	: Têt:	: 18	:
:	:	: teils	:	:	:
: Age	an	: 36 37 40 42 45 47	: 82 82 82 82 82	: 110	: 74 69 72
:	:	:	:	:	:
: Haut.	m	: 13 11 13.5 15 19 18.5	: 29 29.5 31 29 29.5	: 30	: 19.5 22 20.5
:	:	:	:	:	:
: Circonf.	cm	: 84 43 103 62 97 126	: 157 148 172 168 197	: 184	: 157 110 119
:	:	:	:	:	:

Têt : mesures prises en station 16 mais proche de la rivière.
Station 18 : mesures prises à 1900 m.

* Si les mélèzes de la FD de Clavéra montrent une certaine hétérogénéité due à une plantation sous le couvert des pins à crochets et aux méfaits du pâturage, les autres situent les résultats que l'on peut obtenir. Il faut cependant noter qu'ils sont dans les conditions les plus favorables (sur moraine ou sur sol assez profond bien alimentés en eau).

Nous pensons donc que le mélèze a sa place en maints endroits : comme le climat lui est favorable, il suffit de lui donner des sols bien alimentés en eau. Ce caractère existe dans les stations écologiques 3 à 7, mais peut aussi se retrouver dans toutes les autres stations dans certains bas de versant, combes ...

Mais à notre avis il n'y a pas lieu de le préférer aux essences naturelles quand elles donnent ou donneront (substitution au pin à crochets) de bons résultats : sapin en stations 3 et 5 en dessous de 1900 m, pin sylvestre en station 6.

En conclusion on peut préconiser le mélèze :

- en stations 3 et 5 au dessus de 1850 - 1900 m.
- en station 4.
- en station 7 peut-être si le sol est suffisamment frais (voir 121 le sapin).
- dans les autres stations là où les conditions sont favorables (combes, bas de versant) bien qu'il s'agisse souvent de surfaces réduites.

c/ Abies nordmaniana spach

* Originaire du Caucase occidental, où il pousse entre 1300 et 2000 m, il vit sous climat montagnard continental. Il présente donc une bonne résistance à la sécheresse et au froid en même temps qu'aux gelées de printemps, car il débourre assez tard. Il est indifférent au sol et résiste bien au vent. Il est peu sensible à l'action des parasites.

* Il ne se trouve qu'à l'arboretum de Font-Romeu sur sol tourbeux !!
Age = 40 - 50 ans ; Hauteur = 12 m ; circonférence = 93 cm.
Il faut noter la présence de semis naturels.

* Il semble bien adapté à la région et on pourrait l'implanter en mélange avec le pin à crochets là où les essences précédentes ne peuvent venir. Mais il y a des difficultés à s'approvisionner en graines d'origine et il faut rechercher une provenance continentale.

d/ Abies nobilis Lindl

Il pousse dans l'étage montagnard de la chaîne des Cascades aux Etats-Unis. A Font-Romeu, nous avons pu mesurer un individu, poussant au milieu d'un beau plateau dans de bien meilleures conditions que les Nordmans :

(Age = 40 - 50 ans ; Hauteur = 15 m ; Circonférence = 95 cm)

On note aussi la présence de semis naturels. Il donne donc des résultats intéressants mais il faudrait mieux connaître son écologie avant de l'introduire. (en particulier, n'est-il pas trop océanique ?)

e/ Abies concolor Lindl

Il pousse dans les Montagnes Rocheuses entre 1800 et 3200 m (plus continental qu'*Abies nobilis*). Introduit à Font-Romeu il y a 25 ans, sous des mélèzes, la plantation a bien réussi mais le plus grand ne dépasse pas 4 m. On ne peut donc conclure.

f/ Picea engelmannii Parry

Il est aussi originaire des Montagnes Rocheuses où son aire vaste monte jusqu'à 4000 m. A Font-Romeu, dans de bonnes conditions, nous avons trouvé un beau plateau :

(Age = 40 - 50 ans ; Hauteur = 17 m ; Circonférence = 113 cm)

Ces résultats sont intéressants mais son écologie et les provenances sont mal connues. La conclusion est donc difficile à donner.

g/ Picea pungens Engelmann

Il a une aire vaste voisine de celle de *Picea engelmannii*. A Font-Romeu où ils sont situés sur une crête beaucoup plus sèche, la plantation est complète et présente un bel aspect :

(Age = 40 - 50 ans ; Hauteur = 12 m ; Circonférence = 93 cm)

Il semble très résistant au gel et à la neige, et apparaît très esthétique.

h/ Pinus contorta Douglas

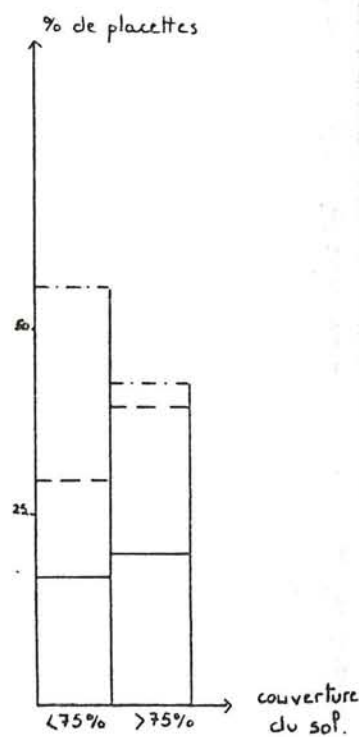
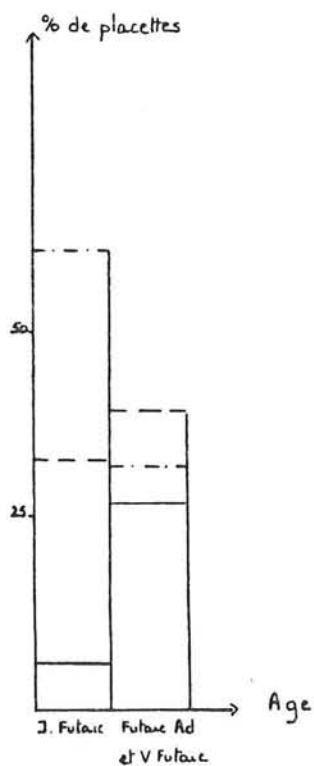
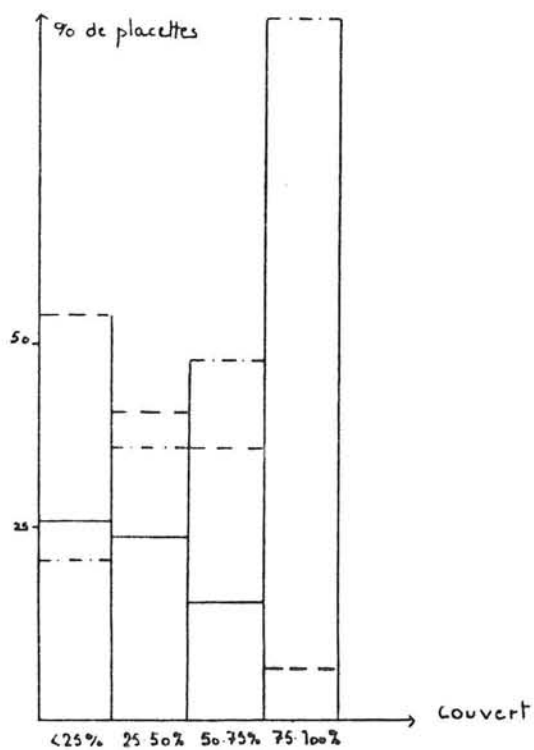
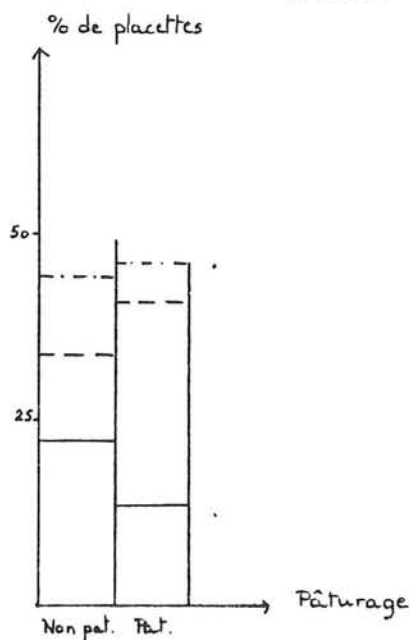
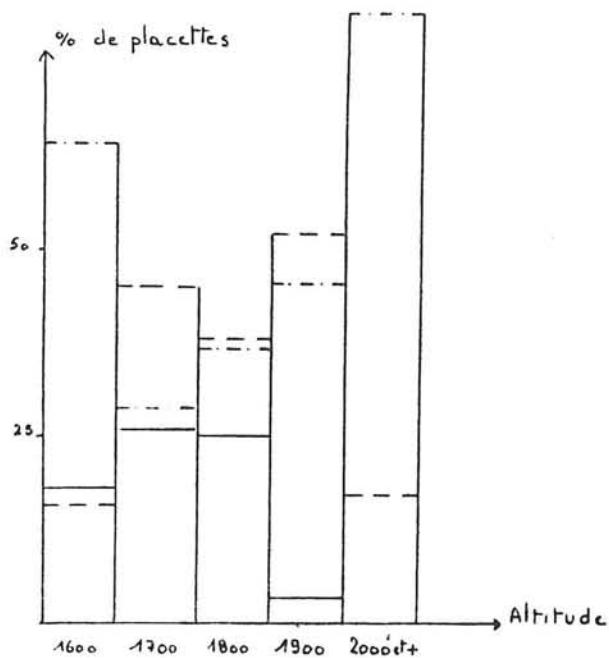
Son aire immense présente une sous-espèce intéressante, *ssp latifolia*, poussant dans les Montagnes Rocheuses jusqu'à 3200 m. A Font-Romeu, où l'on ne connaît pas l'origine des plants, on a pu mesurer dans un beau plateau :

(Age = 40 - 50 ans ; Hauteur = 14 m ; Circonférence = 76 cm)

Cependant ils semblent dépérir depuis peu, ce qui hypothèque son avenir.

REGENERATION DU PIN A CROCHETS

Régénération { dense ———
diffuse - - - -
nulle - - - -



STATIONS	8	9	10	11	12	13
% de placettes de régén. nulle	77	67	75	31	7	29
" " diffuse	8	33	25	58	62	29
" " dense	15	0	0	11	31	42
" pâtures	46	100	100	68	62	57

i/ Pinus cembra L.

C'est un subalpin typique. Il est assez proche de *Pinus uncinata* mais du fait de sa longévité exceptionnelle il peut présenter un intérêt comme essence colonisatrice à haute altitude.

Remarque : D'autres espèces, de par les caractères de leurs aires d'origine, pourraient être intéressantes (certaines provenances de cèdre, *Pinus peuce* Grisbach ...) Cette liste déjà longue donne un éventail des possibilités d'introduction. Il ne s'agit cependant pas de toutes les implanter. En Capcir, avec le pin à crochets, le pin sylvestre, le sapin et le mélèze, on doit pouvoir tirer un très bon parti des conditions écologiques. Nous verrons qu'en Cerdagne, le problème se pose différemment.

1.3 - Etude de la régénération et de l'état sanitaire

L'étude générale n'apporte pas de résultats très nouveaux. En effet, notre travail n'a pas été bâti spécialement pour ces deux problèmes. Nous pouvons cependant donner quelques résultats intéressants qui, rappelons le, ne touchent que le pin à crochets.

1.3.1. La régénération

Nous sommes partis de l'hypothèse que la régénération est influencée en particulier par l'altitude, le pâturage, le couvert et l'âge du peuplement, la couverture du sol. Les graphes ci-contre illustrent les résultats suivants :

* Altitude : La régénération est plus difficile au-dessus de 1900 m où l'on ne peut espérer qu'une régénération diffuse.

* Pâturage : Il n'empêche pas toute régénération mais ne permet pas qu'elle soit dense. De plus les semis ont une croissance réduite et se développent très irrégulièrement selon qu'ils sont ou non à l'abri du bétail.

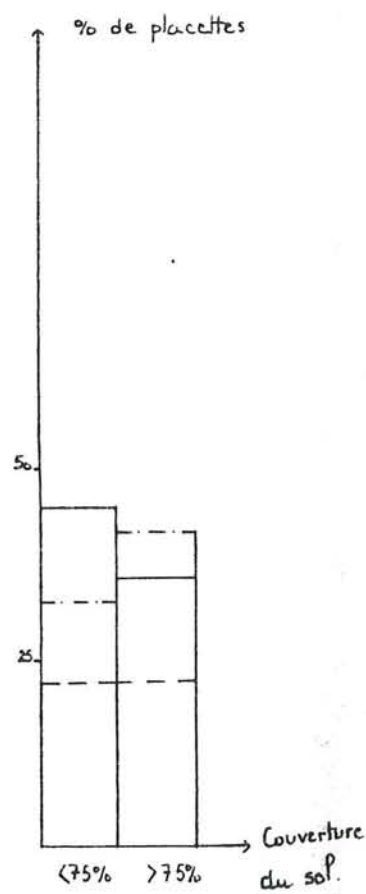
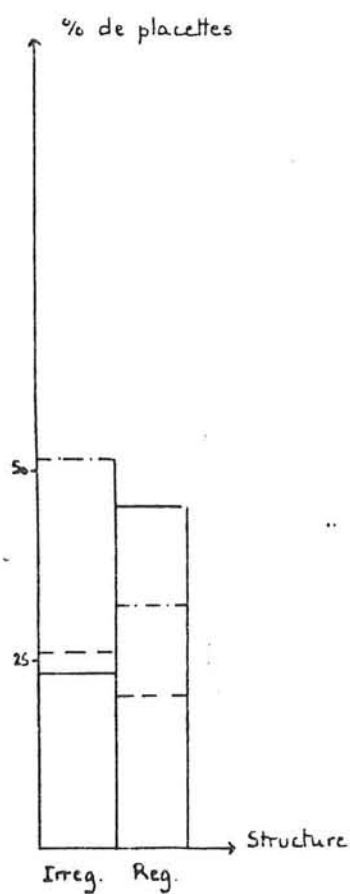
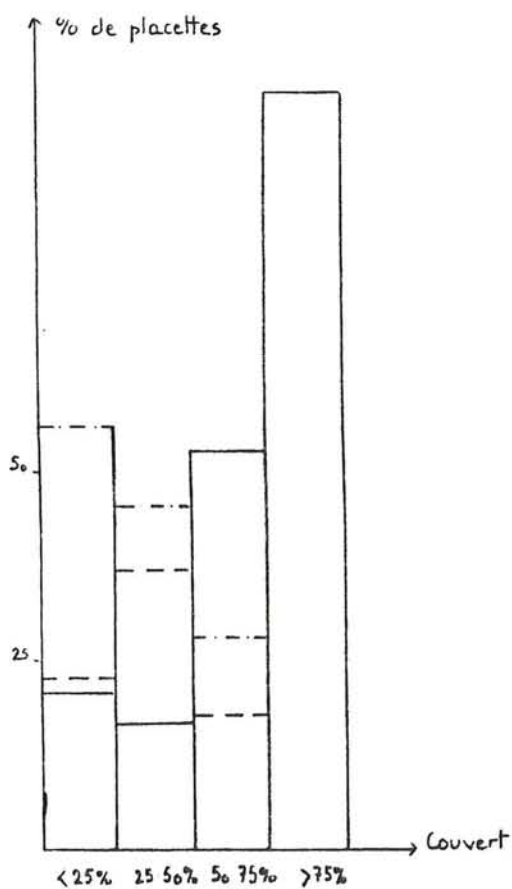
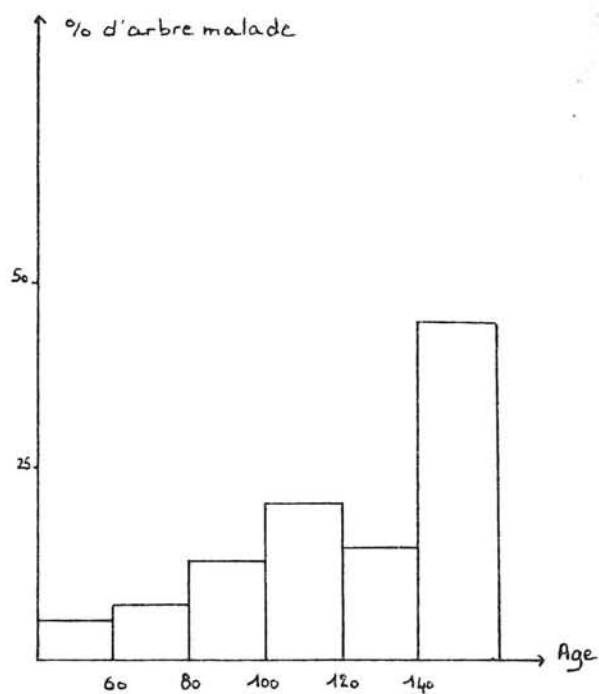
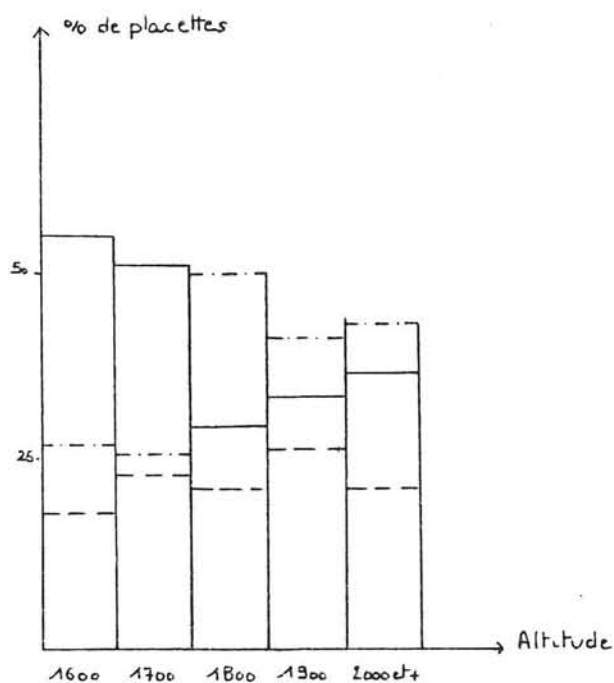
* Couvert et âge du peuplement : Un couvert fort et un peuplement dense sont évidemment des obstacles à la régénération. Mais il suffit d'une très faible ouverture pour que la régénération se fasse si les autres conditions sont favorables.

* Couverture du sol : Elle semble ne pas avoir de rôle. En fait, le problème est plus compliqué en ce sens que la nature de cette couverture intervient. Une couverture herbacée est en général plus néfaste à une régénération dense qu'une couverture ligneuse. Elle est particulièrement défavorable dans les zones pâturées où les pelouses à *Festuca eskia* et à *Nardus stricta* créent un obstacle mécanique et physiologique au développement de la graine. Par exemple, parmi les stations 8 à 13 où le pâturage est important, les stations 12 et 13 qui ont une couverture ligneuse développée (rhododendron, raisin d'ours) ne connaissent pas les problèmes de régénération des quatre autres. Si la couverture ligneuse se montre plus favorable, c'est qu'elle est interrompue. On peut donc espérer une bonne régénération si on découpe mécaniquement la pelouse herbacée.

ETAT SANITAIRE : PIN A CROCHETS

Etat sanitaire

Bon	—
Moyen	- - -
Mauvais	· · · ·



1.3.2. Etat sanitaire

Nous avons étudié l'état sanitaire en fonction de l'altitude, l'âge, le couvert et la structure du peuplement, ainsi que le pâturage. Ces facteurs ont été inspirés des observations faites dans les vieux aménagements de Formiguères (voir 1ère partie, E, 3 : l'Armillaire.)

* Altitude : Il semble que l'état sanitaire soit plus mauvais avec l'altitude, avec une aggravation brutale vers 1800 m.

* Age : Au-delà de 140 ans, les peuplements sont presque ruinés (1 arbre sur deux est mort). Mais déjà à partir de 100 ans, les problèmes deviennent graves (20 % d'arbres atteints).

* Couvert : Plus le peuplement est fermé, meilleur est l'état sanitaire. On peut supposer qu'une ouverture brutale permet le développement rapide de l'Armillaire.

* Structure : Les structures irrégulières semblent favoriser le développement de l'Armillaire. Cependant, il s'agit souvent de peuplements à couvert faible (près-bois en particulier) auquel on peut attribuer l'importance de la maladie.

* Pâturage : Il apparaît comme un facteur défavorable au bon état du peuplement. Peut-être est-il la cause d'un affaiblissement des arbres, notamment pendant le jeune âge, qui favorise l'installation de l'Armillaire.

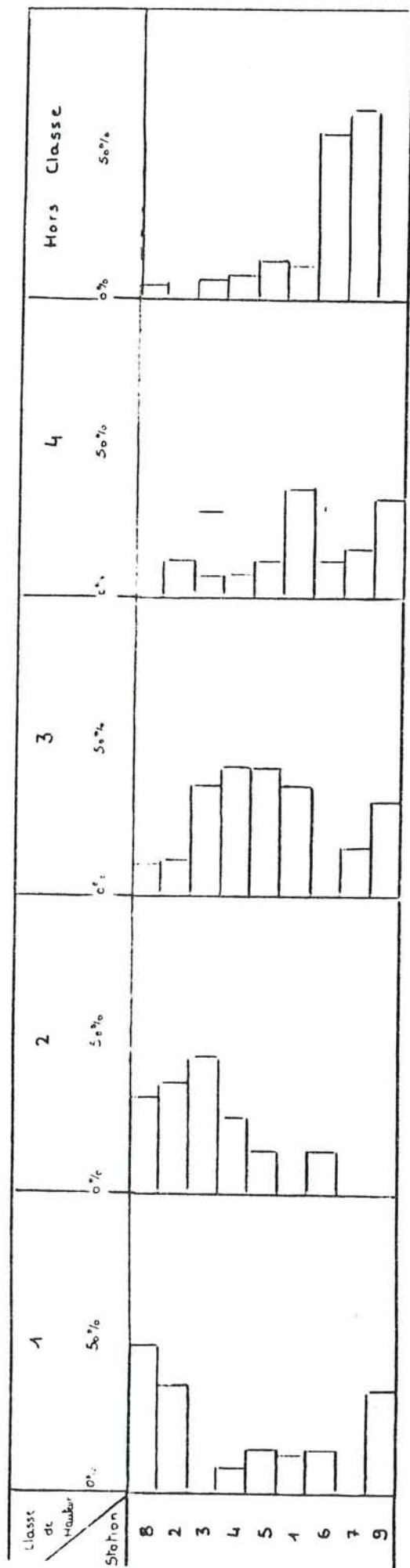
Remarque : Comme pour la régénération, nous n'avons pu isoler les différents facteurs. Par exemple, si un couvert fermé permet d'avoir un bon état sanitaire, n'oublions pas que ce sont souvent de jeunes peuplements. Nos observations demanderaient donc, si nécessaires, à être confirmées par une étude plus précise de ces problèmes.

1.4. - Conclusion :

De cette étude se dégagent huit stations forestières que nous rassemblons dans le tableau suivant :

SEPC	N° 1				N° 2				N° 3			
Station Ecologique	3 5	2 7 8	6 18	16 15 13	11 17	9 12	1 4 10	14 19				
Station Forestière	A	B	C	D	E	F	G	H				
Vocations principales	Sa	C Sy	Sy	Sy	C Sy	C	C	C	Sy C			

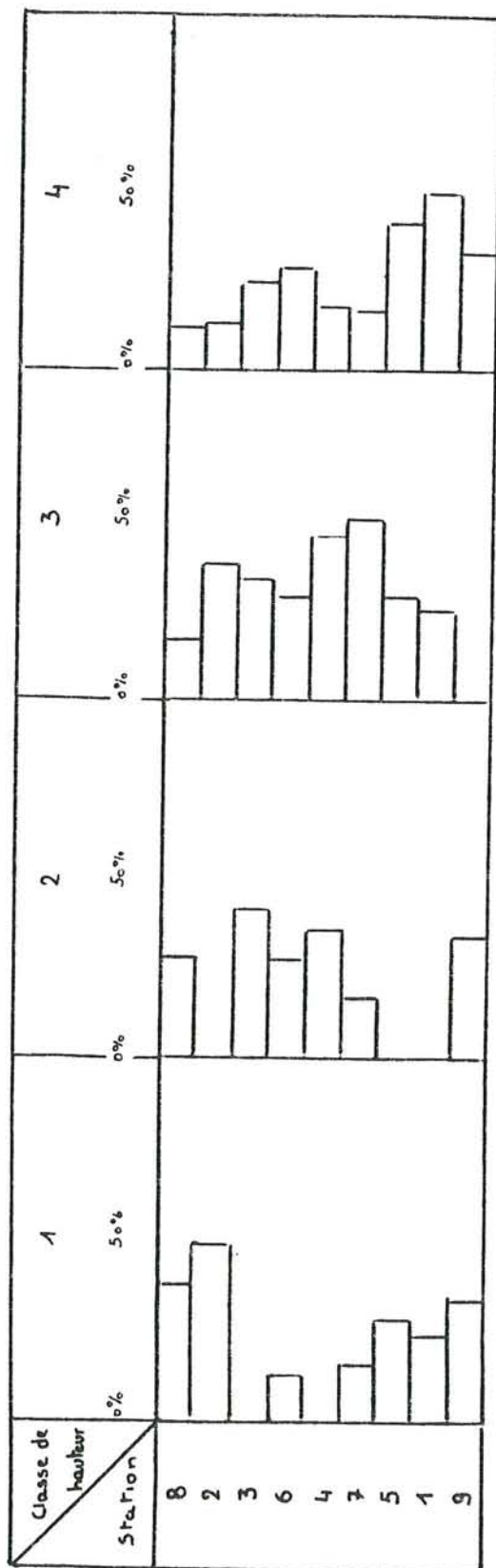
C = Pin à crochets
Sa = Sapin
Sy = Pin sylvestre



$$H_m = f(A)$$

CERDAGNE - Classement des Stations à partir du graphe -

$$H_o = f(A)$$



Chaque batonnet représente le % des placettes de la station présent dans la classe de hauteur

Ce tableau ne donne que les vocations principales. Nous avons vu que d'autres essences peuvent être introduites dans certaines stations : on trouvera le détail dans le catalogue des stations forestières.

2 - Cerdagne :

2.1. - Stations équipotentiellles pour le pin à crochets

Du classement des stations à partir du graphe $H_m = f(A)$ ressortent les trois groupes suivants : (Annexes n° 33, 34)

- + 8, 2.
- + 3, 4, 5, 1, 9.
- + 6, 7.

De même, à partir du graphe $H_o = f(A)$ se dégagent, mais pas très nettement, les deux groupes suivants : (Annexes n° 33, 34)

- + 8, 2.
- + 3, 6, 4, 7, 5, 1, 9.

Ce sont ces deux groupes qui ont été soumis aux analyses de variance (Annexe n° 35) (à l'exception de la station 9 au trop petit nombre de relevés). De celles-ci, il ressort, d'une part la station 8 nettement meilleure, d'autre part, l'ensemble des autres. Cependant, il convient d'isoler les stations 6 et 7 car leurs arbres ont des hauteurs très variables (n'oublions pas qu'il s'agit de stations sur rochers).

En conséquence, nous nous trouvons en présence de trois stations équipotentiellles pour le pin à crochets :

Stations équipotentiellles Pin à crochets	Stations écologiques	Hauteurs moyennes indicatives
SEPC n° 1	8	16,59 m
SEPC n° 2	2, 4, 3, 5, 1, 9	14,46 m
SEPC N° 3	6, 7	13,40 m

Observations :

Il n'apparaît pas de nettes différences entre les stations écologiques quant à la hauteur des peuplements. Ceci ne doit pas surprendre outre mesure étant données la moins grande variété écologique de la Cerdagne et la pression très importante du pâturage. Seule la station 8, où on retrouve un grand nombre de relevés faits en forêt d'Osséja, se distingue. Doit-on attribuer ce fait au traitement en futaie régulière déjà ancien, ou alors à des conditions écologiques que nous n'avons pu déceler ?

2.2. - Etude des autres essences :

Nous n'avons pu recueillir que très peu de données, ces autres essences étant quasiment absentes.

2.2.1. - Le sapin

Nous n'avons que deux mesures :

Station écologique	Circonf. cm	Age an	Hauteur m	Remarques
2	68	53	12,50	Plantation
8	133	100	21,50	

De plus, nous avons relevé dans les forêts de Saint-Pierre del Forcats et de Planès, quelques semis de sapins, qui ont dû remonter depuis les sapinières de la vallée de la Têt. Peut-être est-il possible de l'installer dans les endroits les plus humides de la station 2 ?

2.2.2. - Le pin sylvestre

Nos mesures sont un peu plus nombreuses mais portent souvent sur des arbres issus de plantations :

Station écolog.	Circonf. cm	Age an	Hauteur m	Remarques
8	66	46	12,50	Plantation
	67	50	12,50	"
	86	52	13,50	"
	58	52	12	"
	81	55	11,50	"
	84	55	11,50	"
	163	97	23,50	"
	137	142	20	Naturel ?
	95	148	18	Naturel ?

Les placettes où nous avons trouvé le pin sylvestre en peuplement se situent vers 1700 m, en expositions Nord à Nord-Ouest, sur pente faible, et uniquement dans les massifs 5 et 6. Nous pensons qu'on peut le substituer au pin à crochets jusqu'à vers 1800 m, en évitant les stations froides ; de plus, il pourrait servir à reboiser les soulans jusqu'à 1800 m et peut être plus, ainsi que les zones situées sous la limite actuelle de la forêt.

2.2.3. - Essences susceptibles d'être introduites :

Parmi les essences décrites en Capcir, étant données les conditions de sécheresse propres à la Cerdagne, on ne peut retenir que les quatre suivantes :

- *Abies nordmaniana* Spach
- *Abies concolor* Lindl
- *Picea engelmannii* Parry
- *Picea pungens* Engelmann.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

	Pin à crochets	Pin Sylvestre
SEPC	n°1 et n°2	
Import.	Important	Assez important - Prépondérant en station 18.
Dim.	Hm = 15,03 m D = 35 cm	Hm = 19,12 m D = 45 cm
Struct.	Futaie régulière	Futaie régulière
Et.Sanit.	Moyen à médiocre	Très bon
Régén.	Assez bonne. La pelouse, bien qu'interrompue, ne permet qu'une régénération diffuse en stations 15 et 16.	Très facile dès qu'on ouvre le couvert.
Rem.	Arbre + 60 ans A = 2,9 mm Arbre - 60 ans A = 3,8 mm	Arbres + 60 ans A = 4 mm Arbres - 60 ans A = 4,8 mm Chute de croissance en diamètre entre 30 et 50 ans.

Vocation - Pin Sylvestre : On a intérêt à l'étendre sur toute la station jusqu'à 1800 m quelle que soit l'exposition (notamment versant nord de la station 18), voire un peu au dessus sur les soulans. On doit pouvoir dans de nombreux cas étendre le sylvestre en le favorisant dans les régénérations naturelles. Ailleurs, il faudra le planter ; il se pose le problème du choix de la provenance car il n'est pas évident que la race de la Matte soit la mieux adaptée à ces conditions plus sèches. On attendra de meilleurs résultats sur moraines que sur roche en place (en particulier en station 13). En éclaircissant assez tôt, on peut envisager des diamètres supérieurs à 50 cm à 145 ans.

Remarques :-Le sapin, en station 18 peut venir sur les versants nord en pente forte. On pourra profiter de ses semis déjà existants pour le substituer au crochet là où le pin sylvestre est absent ou ne peut venir (1800 à 1900 m).

-Les jeunes peuplements actuels de pins à crochets, éclaircis assez tôt (30 à 40 ans), et menés à densité plus faible doivent atteindre aisément les 40 cm de diamètre désirés à 120 ans.

Ces essences pourraient être introduites au-dessus du pin sylvestre pour éviter la monoculture du pin à crochets. Vu le caractère touristique très marqué de forêts comme celle d'Osséja, une espèce comme *Picea pungens* peut avoir un rôle esthétique intéressant. Cependant, avant de se lancer dans de grandes plantations, il faudra mieux connaître les diverses provenances et rechercher les plus continentales et les mieux adaptées à une altitude élevée.

Par contre, l'épicéa et le mélèze sont en général à proscrire sauf dans quelques cas particuliers de sols suffisamment bien alimentés en eau.

2.3. - Régénération et état sanitaire

2.3.1. Régénération

Les conclusions sont les mêmes qu'en Capcir en ce qui concerne le couvert et l'âge du peuplement. Par contre, le pâturage ne semble pas être un facteur aussi défavorable : ceci peut s'expliquer par l'absence de pelouses très denses (comme la pelouse à Eskiya en Capcir). Cependant, il faut remarquer que beaucoup de placettes pâturées où la régénération est dense se trouvent dans le massif 6 qui est au stade de la coupe définitive sur une très grande surface à cause des châblis et de l'attaque de l'armillaire.

2.3.2. Etat sanitaire

Les principaux résultats observés en Capcir sont confirmés, en particulier pour le couvert forestier et la pâturage. De plus la forêt d'Osséja (massif 6) qui a subi un important châblis il y a dix ans, montre un excellent exemple de déclenchement d'armillaire après ouverture brutale du peuplement : 88 % des placettes sont atteintes.

2.4. - Conclusion

On ne peut qu'utiliser le pin à crochets pour définir des stations forestières. On obtient donc comme stations forestières les trois SEPC :

SEPC	n° 1	n° 2	n° 3
Stations écologiques	8	1 2 3 4 5 9	6 7
Stations forestières	A	B	C

C - Synthèse des résultats : les catalogues des stations forestières

Nous avons défini des stations écologiques que nous venons de regrouper dans des stations forestières. Les caractères de ces dernières étant dispersés dans les III^e et IV^e parties, il convient de les réunir et de les compléter en vue de la gestion : c'est le rôle de la fiche de station forestière qui comporte un volet floristico-écologique et un volet forestier. Ces fiches de station sont rassemblées dans deux catalogues, l'un pour le Capcir, l'autre pour la Cerdagne.

Ces catalogues sont bâtis pour pouvoir être utilisés séparément du mémoire. Mais attention : avant de s'en servir ainsi, il faut bien posséder l'ensemble du mémoire car les fiches de station ne contiennent que des résultats bruts, sans aucune explication.

C A T A L O G U E D E S S T A T I O N S F O R E S T I E R E S

en (I) A P C I R

Ce catalogue comporte une Fiche par station forestière avec :

- Les numéros des stations écologiques qui la composent.
- Un volet " Caractères Floristico-écologiques " comprenant :
 - * Un tableau des groupes écologiques : La liste complète des espèces de chaque groupe écologique est redonnée à la fin du catalogue.
 - * Un tableau des facteurs écologiques simples de chaque station écologique avec un relevé type pour référence, et une conclusion donnant l'ambiance générale de la station.
- Un volet " Caractères Forestiers " comprenant :
 - * Une description des peuplements actuels avec :
 - le numéro de la SEPC (Station équipotentielle pin à crochets)
 - L'importance de l'essence sur la station
 - Des dimensions :

Hm = hauteur moyenne indicative de la station forestière

= moyenne des hauteurs moyennes de chaque station écologique

D = diamètre moyen à l'âge d'exploitabilité, exprimé en classe de diamètre d'amplitude 5 cm (calculé à partir des arbres d'une tranche de 20 ans centrée sur l'âge d'exploitabilité).

Les âges d'exploitabilité sont :

pin à crochets	120 ans	avec diamètre	40
Sapin	140 ans	- " -	55
Pin Sylvestre	145 ans	- " -	50

- La structure de la majorité des peuplements
- L'état sanitaire et l'état de la régénération
- Des remarques sur la façon dont ont été menés les peuplements avec en particulier A = accroissement moyen annuel sur le diamètre sur écorce (valeur indicative seulement) = $\sum_{i=1}^n \frac{C_i/A_i}{n \pi}$ où n est le nombre d'arbres de la station forestière.

- * La vocation de ces peuplements : nous indiquons les essences à développer ou à introduire, avec des remarques pour obtenir et conduire ces peuplements futurs.

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

Gr.	I	II	III	IV	IV'	V	VI	VI'	VII	VIII	VIII'	VIII''	IX	IX'	IX''	IX'''	X	X'	X'''
1																			
3																			
5																			

Caractères écologiques

St.	Altitude moyenne	Pente moyenne	Exposition dom.	Pos. Topo. dom.	Roche-mère dom.	Remarques	Relevés types
3	1800	45 %	NE à NW	Mil./Vers.	Granite	Nb. Eboulis	312
5	1700	40 %	NE à NW	Mil./Vers.	Divers		343

Station forestière d'expositions nord bien marquées donc froide et surtout humide pendant toute l'année.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

	Pin à crochets	Sapin
SEPC	N°1	
Import.	Important.	Constitue des peuplements déjà importants.
Dim.	Hm = 16,37 m D = 30 cm	Hm = 18,47 m D = 45 cm
Struct.	Futaie régulière dominante.	Futaie régulière dominante.
Et.Sanit.	Moyen en général et médiocre en mégaphorbiaie.	Bon.
Régén.	Diffuse en mégaphorbiaie, dense et sans problèmes ailleurs. Parait suffisante pour l'avenir.	Bonne. Très dense dès qu'on ouvre le peuplement.
Rem.	Peuplements souvent gardés serrés trop longtemps, d'où une chute de croissance vers 40 - 50 ans.	A variables (0,5 mm à 4 mm). Quelques peuplements en mélange avec du hêtre.

Vocation - Sapin : On aura grand intérêt à l'installer jusqu'à 1850 m environ, soit en favorisant la colonisation spontanée des peuplements de pin à crochets par ses semis, soit par plantation. On pourra conserver le hêtre en mélange avec un rôle cultural.

Mélèze : Il pourrait relayer le sapin au dessus de 1850 m - 1900 m mais il faudrait l'y introduire par plantation. On devrait obtenir de meilleurs résultats qu'avec le pin à crochets même s'ils n'égalaient pas ceux réalisés sur moraine (Coume de Pontails). Il faudra oeuvrer avec les impératifs du pâturage.

Pin à crochets : Il convient, bien entendu, de mener à terme ses peuplements mais avec des éclaircies plus précoces pour obtenir les 40 cm de diamètre à 120 ans, ce qui n'est pas le cas avec la sylviculture actuelle.

Groupes écologiques

Caractères écologiques

Station mésophile d'altitude moyenne où la sécheresse est toujours absente.

Peuplements actuels

Mélèze : Si le sol est suffisamment frais on doit pouvoir l'installer en station écologique 7 voire 2; mais est-ce utile ?

Peuplements actuels

Pin à crochets : De nombreux peuplements sont trop serrés. On aura intérêt à éclaircir tôt (vers 50 ans) afin d'obtenir les 40 cm de diamètre désirés. Actuellement c'est l'essence la mieux adaptée à cette station, mais il faudra chercher à éviter cette monoculture.

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

Gr	I	II	III	IV	IV'	V	VI	VI'	VII	VIII	VIII'	VIII''	IX	IX'	IX''	IX'''	X	X'	X'''
St.																			
6																			

Caractères écologiques

St.	Altitude moyenne	Pente moyenne	Exposition dom.	Pos.Topo dom.	Roche-mère dom.	Remarques	Relevés types
6	1650	15 %	Nulle	-	Alluvions+ Moraine	Sol tr.prof.	170-137

Station mésophile de la plaine du Capcir et des basses moraines bien alimentées en eau sur sol profond. C'est donc la station la plus riche.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

	Pin à crochets	Pin Sylvestre
SEPC	n°1	
Import.	Assez important.	Important; plus répandu que le crochet.
Dim.	Hm = 16,86 m D = 35 cm	Hm = 24,18 m D = 60 cm
Sturct.	Futaie régulière.	Futaie régulière.
Et.Sanit.	Assez bon jusqu'à 120 ans.	Bon.
Régén.	Au-delà, médiocre.	
	Très bonne dès qu'on ouvre le peuplement.	Très bonne dès qu'on ouvre le peuplement.
Rem.	Arbres + 60 ans A = 2,6 mm	Arbres + 60 ans A = 4 mm,
	Arbres - 60 ans A = 4,3 mm	mais avec une chute vers 20-30 ans dans de nombreux peuplement.

Vocation : Pin sylvestre : Il faut l'étendre à l'ensemble de la station même sur les versants Nord quand la pente est faible (< 25 %). Pour cela on conservera des semenciers de sylvestre et on favorisera leurs semis dans la régénération naturelle. On pourra les introduire par plantation dans les peuplements purs de pins à crochets et dans les anciennes zones de culture. Les plus beaux pins sylvestres de la Matte pourraient servir de porte-graines dans cette station.

Remarques : C'est une station très riche où l'on pourrait aussi étendre la sapinière sur les versants Nord (exemple Balcère). On peut également y introduire le mélèze mais il ne donnera sans doute pas de meilleurs résultats que le sylvestre.

. Les jeunes peuplements de pin à crochets à mener à terme auront intérêt à être éclaircis assez tôt et suffisamment. Le diamètre de 40 cm à 120 ans serait alors facilement atteint et vraisemblablement dépassé.

STATION FORESTIERE D

Stations écologiques 18.16.15.13

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

Gr	I	II	III	IV	IV'	V	VI	VI'	VII	VIII	VIII'	VIII''	IX	IX'	IX''	IX'''	X	X'	X'''
St																			
18																			
16																			
15																			
13																			

Caractères écologiques

St	Altitude : moyenne	Pente : moyenne	Exposit. : dom.	Pos.Topo. : dom.	Roche-mère : dom.	Remarques	Relevés : types
18	1650	40 %	Divers	Mil./Vers.	Calcaire	Sol prof.	182
16	1700	45 %	SE à W	Mil./Vers.	Divers		222
15	1650	30 %	SE à W	Mil./Vers.	Divers		113
13	1800	30 %	SE à SW	Haut/Vers.	granite+Mor. gran.	Fort Pâtur.	234

Station d'exposition générale sud (sauf la station 18) au caractère de sécheresse voire de chaleur bien marqué. Remarquons le cas particulier de la station 18 sur calcaire.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

	Pin à crochets		Pin Sylvestre	
--	----------------	--	---------------	--

STATION FORESTIERE E

Stations écologiques 11.17.

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

Gr.:	I	II	III	IV	IV'	V	VI	VI'	VII	VIII	VIII'	VIII''	IX	IX'	IX''	IX'''	X	X'	X''
St.																			
11																			
17																			

Caractères écologiques

St	Altitude moyenne	Pente moyenne	Expo. dom	Pos. Topo. dom.	Roche-mère dom.	Remarques	Relevés types
11	1850	30 %	E à W	Mil/Vers.	Schistes	Fort pâtur.	224
17	1800	45 %	W	Mil/Vers.	granodiorites		304

Station forestière mésophile à tendance sèche ou chaude.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

Pin à crochets	
SEPC	n°2
Import.	Seule essence sur la station avec quelques rares pins sylvestres.
Dim.	Hm = 14,37 m D = 35 cm
Struct.	Futaie régulière largement dominante. Quelques prés-bois.
Et.Sani.	Moyen.
Régén.	Souvent diffuse et parfois insuffisante à cause du pâturage intense.
Rem.	Arbres + 60 ans A = 3,2 mm
	" - 60 ans A = 4,2 mm
	A est très variable selon la structure : en prés-bois il tend vers 5 mm, même chez les plus vieux arbres ; en peuplement régulier, au contraire, il chute vers 40 - 50 ans.

Vocation : Pin à crochets : C'est l'essence locale la mieux adaptée à cette station. Dans les futaies régulières, on doit pouvoir, avec des densités plus faibles, obtenir les 40 cm de diamètre à 120 ans. Dans les prés-bois, là où le pâturage subsiste, il y a peu de choses à faire ; là où le pâturage est abandonné, on s'efforcera de faciliter la régénération en découpant la pelouse et ainsi passer à la futaie régulière.

Pin sylvestre : Dans l'ensemble la station lui est défavorable à cause de l'altitude trop élevée. On pourra cependant le favoriser dans les parties basses, en particulier quand elles sont proches de la station D. L'ensemencement naturel doit alors suffire.

STATION FORESTIERE F

Stations écologiques 9.12

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

Gr.	I	II	III	IV	IV'	V	VI	VI'	VII	VIII	VIII'	VIII''	IX	IX'	IX''	IX'''	X	X'	X''
St.																			
9																			
12																			

Caractères écologiques

St.	Altitude moyenne	Pente Moyenne	Expo.dom.	Pos.topo. dom.	Roche-mère dom.	Remarques	Relevés types
9	1900	30 %	E + W	Mil./Vers.	Schistes	Fort pâtur.	129
12	1750	20 %	NW à NE	Haut/Vers.	granite+mor: gran.	Fort pâtur.	243

Station forestière aux conditions assez difficiles soit à cause de l'altitude élevée soit à cause de la combinaison froid + Sécheresse.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

Pin à crochets	
SEPC	n°2
Import.	Seule essence présente.
Dim.	Hm = 14,53 m D = 30 cm
Struct.	Futaie régulière dominante.
Et.San.	Moyen.
Régén.	Très difficile et seulement diffuse quand elle existe, en station 9 : (altitude élevée et pelouse à festuca eskia). Bonne en station 12 (couverture ligneuse).
Rem.	Pâturage intense sur toute la station. Arbres + 60 ans A = 2,8 mm ; Arbres - 60 ans A = 4,8 mm. Densités souvent très fortes.

Vocation : Pin à crochets Les conditions difficiles font du pin à crochets la seule essence locale adaptée à la station. Les peuplements sont en général trop serrés et il faudrait absolument éclaircir vers 50 - 60 ans pour obtenir 40 cm de diamètre à 120 ans. En station 9, on aura intérêt à découper la couverture herbacée et à limiter le pâturage dans les zones en régénération.

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

Gr	I	II	III	IV	IV'	V	VI	VI'	VII	VIII	VIII'	VIII''	IX	IX'	IX''	IX'''	X	X'	X''
St																			
1																			
4																			
10																			

Caractères écologiques

St	Altitude moyenne	Pente moyenne	Exposition dom.	Pos.Topo. dom.	Roche-mère dom.	Remarques	Relevés types
1	1700	0 %	Nulle	Zone plane	granite+Mor granit	Tourbières	210
4	1900	50 %	NW à NE	Haut/Vers.	Schistes	Fort-pâtur.	166
10	2000	40 %	E + W	Mil./Vers.	Schistes	Fort-pâtur.	143

Dans cette station forestière, les conditions sont très variables, mais toujours difficiles : tourbière, altitude élevée.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

	Pin à crochets	
SEPC	n°3	
Import.	très largement dominant.	
Dim.	Hm = 13,36 m	D = 35 cm
Struct.	Structures irrégulières dominantes.	
Etat Sanit.	Moyen.	
Régén.	Diffuse en général, nulle dans les zones très pâturées.	
Rem.	Arbres + 60 ans A = 2,7 mm	
	" - 60 ans A = 4,2 mm.	
	Très grande irrégularité des diamètres et des accroissements :	
	faibles en particulier en tourbière, forts en prés-bois.	

Vocation : Pin à crochets En stations 1 et 10 c'est la seule essence envisageable ; on ne peut guère espérer plus que les résultats actuels étant données les difficiles conditions écologiques.

Sapin : On peut envisager de le développer à partir des arbres isolés déjà existants, aux plus basses altitudes de la station 4.

Mélèze : On peut l'implanter en station 4 au-dessus du sapin, à la place du pin à crochets, et pour coloniser toutes les zones actuellement déboisées (rive droite du Galbe par exemple). Les résultats ne seront peut être pas formidables mais sans doute meilleurs que ceux obtenus avec le pin à crochets.

STATION FORESTIERE H.

Station écologiques 14. 19

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

Gr.	I	II	III	IV	IV'	V	VI	VI'	VII	VIII	VIII'	VIII''	IX	IX'	IX''	IX'''	X	X'	X''
St.																			
14																			
19																			

Caractères écologiques

St.	Altitude moyenne	Pente moyenne	Expos.dom.	Pos.Topo. dom.	Roche-mère dom.	Remarques	Relevés types
14	1750	35 %	SE à SW	Haut /Vers. + replat	granite	rochers	219
19	1750	45 %	variés	Mil./Vers.	calcaire	sol superficiel	315

Station forestière sèche à sol superficiel voire rochers.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

	Pin à crochets	Pin sylvestre
SEPC	n°3	Peu important.
Import.	Très important.	Hm = 15 m
Dim.	Hm = 13,70 m D = 30 cm	Futaie régulière dominante en
Struct	Futaie régulière dominante en station 19 - Futaie irrégulière en station 14 -	station 19 - Futaie irrégulière en station 14 -
Et.Sanit	Très variable.	Bon.
Régén.	Moyenne et plutôt diffuse.	Moyenne.
Rem.	Arbres + 60 ans A = 3,0 mm	Arbres + 60 ans A = 4,1 mm
	Arbres - 60 ans A = 5,5 mm	
	Très grande irrégularité des hauteurs et des diamètres.	Très grande irrégularité des hauteurs et des diamètres.

Vocation - Pin sylvestre : Jusqu'à 1800 m, on le favorisera dans les régénérations naturelles. Il ne semble pas cependant utile de le planter vu ses résultats médiocres.

Pin à crochets : Au dessus de 1800 m et ailleurs quand il est en peuplement pur, on le conservera sans espérer de bien meilleurs résultats.

GE I	Carex equinata	Brunella SP
	Carex ampullacea	Anthoxanthum odoratum
	Juncus silvaticus	Lotus corniculatus
	Juncus effusus	Daphne mesereum
	Eriophorum angustifolium	Alchemilla gr alpina
	Molinia caerulea	Phleum alpinum
	Epilobium palustre	Achillea millefolium
	Parnassia palustris	Festuca ovina
	Salix cinerea	
	Valeriana officinalis	GE VIII
	Juncus conglomeratus	Festuca eskia
GE II	Luzula sudeetica	Erythronium dens-canis
	Selinum pyrenaicum	Luzula pediformis
	Scabiosa succisa	Conopodium nutabile
	Potentilla tormentilla	Leontodon pyrenaicus
		Anemone sulfurea
GE III	Deschampsia cespitosa	Gentiana lutea + lou b
	Polygonum bistorta	Jasione pannonica
	Callitha palustris	
	Alchemilla vulgaris	Se GE VIII'
		Meum athamanticum
GE IV	Chaerophyllum cioutarium	
	Peucedanum ostruthium	Se GE VIII''
	Ranunculus acronitifolius	Nardus stricta
	Sonchus oleraceus	Gemista anglica
	Pulmonaria officinalis	Gemista sagittalis
		Gentiana Kochiana
Se GE IV'	Doronicum austriacum	Calluna vulgaris
	Adenostyle pyrenaica	
GE V	Veratrum album	GE IX
	Ceranium pratense	Linum catharticum
	Phyteuma spicatum	Gemista purgans
	Knutia silvestris	Senecio adonidifolius
	Gentiana bursari	Thesium alpinum
	Orobanchis sp	Hieracium pilosella
	Aconitum napellus	
	Aquilegia vulgaris	Se GE IX'
	Astrantia major	Silene nutans
GE VI	Pirola minor	Thymus serpyllum
	Polygonatum verticillatum	Carlina acaulis
	Lonicera nigra	Dianthus monspessulanus
	Rubus saxatilis	Festuca scoparia
	Rhododendron ferrugineum	Pimpinella saxifraga
	Sorbus aucuparia	
	Homogyne alpina	Se GE IX''
	Oxalis acetosella	Arctostaphylos uva-ursi
GE VI'	Luzula nivea	
	Fragaria vesca	Se GE IX'''
	Ranunculus nemorosus	Sedum sp
	Rosa sp.	Solidago virga-aurea
	Anemone nemorosa	Lasertium latifolium
	Sorbus aucuparia (semita)	
	Prenanthes purpurea	GE X
GE VII	Hepatica triloba	Helleborus viridis
	Hieracium aurorum	Deschampsia glomerata
	Callium vernum	Anthyllis vulneraria
	Stellaria holostea	Lasertium nestleri
	Rubus idaeus	Gentiana ciliata
	Melampyrum pratense	Trifolium pratense
	Vaccinium myrtillus	
	Deschampsia flexuosa	Se GE X'
	Juniperus communis	Plantago media
	Agrostis vulgaris	Lathyrus vernus
	Callium verum	Anthriscum silvestris
	Campanula Sp	Scabiosa pyrenaica
	Callium silvestre	Helleborus foetidus
	Hypericum quadrangulum	Plantago lanceolata
	Euphorbia hiberna	
	Veronica officinalis	Se GE X''
		Bromus erectus
		Poterium sanguisorba
		Centaurea scabiosa
		Carlina cinerea
		Se GE X'''
		Helianthemum vulgare
		Euphorbia cyparissias
		Scalaria caerulea
		Ononis striata
		Bupleurum ranunculoides
		Carduus arvensis
		Iberis sempervirens
		Cirsium acule
		Arabis stricta

CATALOGUE DES STATIONS FORESTIERES

en (C) E R D A G N E -

Ce catalogue comporte une Fiche par station forestière avec

- les numéros des stations écologiques qui la composent.
- Un volet "Caractères Floristico-écologiques" comprenant :
 - * Un tableau des groupes écologiques : la liste complète des espèces de chaque groupe écologique est redonnée à la fin du catalogue.
 - * Un tableau des facteurs écologiques simples de chaque station écologique avec un relevé type pour référence, et une conclusion donnant l'ambiance générale de la station.
- Un volet "Caractères Forestiers" comprenant :
 - * Une description des peuplements actuels avec :
 - le numéro de la SEPC (Station équipotentielle Pin à crochets)
 - L'importance de l'essence sur la station
 - Des dimensions :

Hm = hauteur moyenne indicative de la station forestière
 = moyenne des hauteurs moyennes de chaque station écologique
 D = diamètre moyen à l'âge d'exploitabilité, exprimé en classe de diamètre d'amplitude 5 cm (calculé à partir des arbres d'une tranche de 20 ans centrée sur l'âge d'exploitabilité).
 Les âges d'exploitabilité sont :

Pin à crochets	120 ans avec diamètre	40
Sapin	140 ans	- " - 55
Pin Sylvestre	145 ans	- " - 50

- La structure de la majorité des peuplements
- L'état sanitaire et l'état de la régénération
- Des remarques sur la façon dont ont été menés les peuplements avec en particulier A = accroissement moyen annuel sur le diamètre sur écorce (valeur indicative seulement) = $\sum_{i=1}^n \frac{C_i/A_i}{n \pi}$ où n est le nombre d'arbres de la station forestière.
- * La vocation de ces peuplements : nous indiquons les essences à développer ou à introduire, avec des remarques pour obtenir et conduire ces peuplements futurs.

STATION FORESTIERE A

Station écologique 8

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

	I	II	III	IV	V	VI	VII
8							

Caractères écologiques

St	Altitude moyenne	Pente moyenne	Exposit. dom.	Pos.Topo. dom.	Roche-mère dom.	Remarques	Relevés types
8	1800	30 %	Divers	Mil/Vers.	Schistes	Fort pât.	602

Station sèche, de pente moyenne, sur schistes.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

	Pin à crochets	
SEPC	n°1	
Import.	partout.	
Dim.	Hm = 16,59 m	D = 35 cm
Struct.	Futaie régulière largement dominante.	
Et.Sanit.	Médiocre. La moitié des peuplements sont gravement atteints	
	mais ce sont en général de vieux peuplements ouverts.	
Régén.	Existante mais souvent diffuse.	
Rem.	Arbres + 60 ans	A = 3 mm
	- - 60 ans	A = 3,7 mm.
	Station très pâturée. Chute de croissance en diamètre vers	
	40 ans.	

Vocation : Pin sylvestre : On peut le développer jusqu'à 1800 m, voire plus aux meilleures expositions. C'est là qu'il donnera les meilleurs résultats (une vingtaine de mètres). L'introduction par plantation est quasiment obligatoire. Il faudra prendre des provenances adaptées à la sécheresse, surtout dans le jeune âge.

Pin à crochets : Les 40 cm de diamètre voulus à 120 ans peuvent être facilement obtenus si on éclaircit les jeunes peuplements tôt, vers 40 ans. C'est la seule essence envisageable au dessus de 1800 m, tant que l'on n'aura pas vérifié les quelques propositions que nous avons faites (Abies nordmanianna, Picéa pungens...).

STATION FORESTIERE B

Stations écologiques 1.2.3.4.5.9

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	/	/	/	/			
2		/	/	/			
3			/	/			
4				/			
5			/	/	/		
9				/	/		/

Caractères écologiques

	Altitude moyenne	Pente moyenne	Expo.Dom.	Pos.Topo. dom.	Roche-mè- re dom.	Remar- ques	Relevés types
1	2000	40 %	NW à NE	Mil/Vers	Micaschis- tes		4 12
2	1850	40 %	NW à NE	"	Micash. gneiss	N ^x .Ebou- lis	4 24
3	1900	45 %	NW à NE	"	Divers		4 30
4	1900	30 %	NW à NE	"	Schistes	Fort.pât.	5 03
5	1800	45 %	NE + NW	"	Schistes	Fort.pât.	6 21
9	1650	55 %	NW à NE	"	calcaire	Etendue limitée	5 18

Station souvent froide, de pente forte.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

	P i n à c r o c h e t s
SEPC	n°2
Import.	Partout.

STATION FORESTIERE C

Stations écologiques 6. 7.

CARACTERES FLORISTICO-ECOLOGIQUES

Groupes écologiques

	I	II	III	IV	V	VI	VII
6							
7							

Caractères écologiques

St	Altitude moyenne	Pente moyenne	Expo dom.	Pos.Topo. dom	Roche-mè- re dom.	Remarques	Relevés types
6	1900	55 %	W + NW	Mil/Vers.	gneiss+Mi cash.	Rochers+ N.H./Vers	5 1 6
7	1900	40 %	W + NW	"	"	" "	4 1 8

Station sèche sur rochers.

CARACTERES FORESTIERS

Peuplements actuels

	P i n à c r o c h e t s	
SEPC	n°3	
Import.	Partout.	
Dim.	Hm = 13,40 m	D = 35 cm
Struct.	Futaies régulières et irrégulières à égalité.	
Et.Sanit.	Assez bon.	
Régén.	Moyenne et presque toujours diffuse.	
Rem.	Arbres + 60 ans	A = 3,2 mm
	Arbres - 60 ans	A = 3,8 mm

Vocation - Etant données les conditions difficiles de cette station, toute plantation est impossible, on ne peut donc que laisser agir la nature. De toutes façons les résultats seront toujours irréguliers, avec une moyenne médiocre pour les hauteurs.

CERDAGNE - GROUPES ECOLOGIQUES

GE I	Phleum alpinum	Leontodon pyrenaicus
	Meum athamanticum	Festuca gr. ovina
	Trifolium alpinum	Gentiana lutea + lou b
	Senecio tournefortii	Ajuga pyramidalis
	Anemone sulfurea	
	Homogyne alpina	GE V
	Dorenicum austriacum	Euphorbia cyparissias
	Adenostyle pyrenaica	Jasione perennis
GE II	Gentiana burseri	Linaria striata
	Pulmonaria officinalis	Carlina acaulis
	Anemone nemorosa	Thesium alpinum
	Lusula nivea	Euphrasia hirtella
	Veratrum album	Sedum elegans
	Aconitum napellus	Genista sagittalis
	Prenanthes purpurea	Pimpinella saxifraga
	Ranunculus nemorosus	Gnaphalium silvaticum
	Poa chaixii	Silene inflata
	Festuca heterophylla	Cotoneaster vulgaris
GE III	Oxalis acetosella	Veronica chamaedrys
	Rhododendron ferrugineum	Hieracium pilosella
	Sorbus aucuparia	Geopgura repens
GE IV	Melampyrum pratense	GE VI
	Hepatica triloba	Arctostaphylos uva-ursi
	Vaccinium myrtillus	Solidago virga-aurea
	Callium verum	Valeriana tripteris
	Hieracium aurorum	Sedum reflexum
	Deschampsia flexuosa	Pirola chlorantha
	Callium silvestre	Sempervivum sp
	Genista purgans	Saxifraga geranioides
	Juncus communis	Silene rupestris
	Campanula sp	GE VII
	Veronica officinalis	Daphne mezereum
	Festuca scoparia	Aquilegia vulgaris
	Epilobium spicatum	Lilium martagon
	Epilobium montanum	Knautia silvatica
	Hypericum quadrangulum	Orobis sp
	Rubus idaeus	Lonicera alpigera
	Agrostis vulgaris	Astrantia major
	Callium verum	Polygonatum verticillatum
	Lotus corniculatus	Carduus arctioides
	Anthoxanthum odoratum	Laserpitium nestleri
	Brunella sp	Pedicularis ocnose
	Achillea millefolium	Ononis striata
	Alopecurus saxatilis	Valeriana montana
	Dianthus monspessulanus	Bupleurum falcatum
	Thymus serpyllum	Gentiana ciliata
		Lathyrus vernus
		Viburnum lantana
		Sealeria coerules

D - Conclusions et remarques à l'étude des stations forestières

En premier lieu, nous voudrions faire quelques remarques sur l'utilisation des catalogues : à propos des peuplements actuels, nous n'avons fait que des observations qui doivent refléter l'ensemble de leurs caractères, mais que le gestionnaire qui travaille sur l'ensemble des forêts, pourra mieux nuancer ; à propos de la vocation de ces peuplements, si le choix des essences est bien réfléchi, la façon de les introduire et de les mener ne sont que des suggestions.

En outre, si en Capcir notre découpage en stations forestières est réalisé pour utiliser au mieux les conditions écologiques, il est évident que les améliorations à faire dans les meilleures stations (A à D) seront prioritaires. Pour les autres stations, il est alors possible de les regrouper en un seul ou en deux groupes (E et F, G et H), en ne considérant que le pin à crochets.

En second lieu, nous voudrions revenir sur la définition des stations forestières car nous sommes un peu éloignés de celle du CNRF :

- l'homogénéité des conditions écologiques n'est pas toujours évidente : elle est bien nette quand la station forestière a pour vocation une essence exigeante comme le sapin. Par contre, pour les essences plus rustiques, telles que pin à crochets et pin sylvestre, les conditions écologiques peuvent être plus ou moins éloignées, tout en gardant cependant un caractère global commun (par exemple la sécheresse).

- l'homogénéité des peuplements n'est pas toujours observée : en effet, nous avons affaire à trois essences naturelles, dont la répartition a été modifiée par des facteurs anthropiques. Ceci nous a obligé à bâtir les stations forestières en se basant non pas sur l'identité des peuplements actuels, mais sur celle de leurs vocations. C'est d'ailleurs à cause de cela que nous n'avons pas donné de nom aux stations forestières.

- Tenant compte de la présence possible de deux essences dans une station forestière, la sylviculture variera en fonction de celles-ci.

- Par contre, l'espérance d'une même production, pour chaque essence, est conservée et même constitue la base de notre regroupement.

Ainsi la station forestière de Capcir-Cerdagne est une étendue de forêt aux conditions écologiques plus ou moins proches, de mêmes vocations, où le gestionnaire appliquera une sylviculture adaptée à chaque essence, en espérant une même production.

Remarque : Nous voyons que pour certaines stations même dans l'avenir il y aura deux types de peuplements (exemple en Capcir : Station A avec sapin en dessous de 1900 m, mélèze au-dessus).

On pourrait en faire deux stations forestières. Cependant, nous avons préféré n'en garder qu'une, afin de ne pas compliquer les résultats, mais tout en délimitant précisément le cadre de chaque vocation.

Il est évident qu'au niveau d'une forêt où il n'y aura vraisemblablement pas les huit stations forestières, le gestionnaire pourra distinguer les vocations en créant des sous-stations (exemple en Capcir sous-station A à vocation sapin, sous-station A' à vocation mélèze).

Cette remarque ainsi que celle à propos du regroupement possible des stations E et F, G et H, montrent que notre division en stations forestières n'est pas immuable. Le gestionnaire pourra l'adapter au cas particulier de chaque forêt en se référant bien entendu à notre travail, aussi bien à la partie écologique que forestière.

CONCLUSION GENERALE

THEORY

The first part of the theory is the definition of the function $f(x)$ and the function $g(x)$.

The second part of the theory is the definition of the function $h(x)$ and the function $k(x)$.

The third part of the theory is the definition of the function $m(x)$ and the function $n(x)$.

The fourth part of the theory is the definition of the function $p(x)$ and the function $q(x)$.

The fifth part of the theory is the definition of the function $r(x)$ and the function $s(x)$.

CONCLUSION GENERALE

Cette étude marque un premier pas dans la résolution des problèmes forestiers de la région.

La description du milieu naturel qui a eu la priorité dans notre démarche nous paraît assez complète. Le Capcir, avec ses 19 stations écologiques montre une grande variété. Celle-ci s'explique en particulier par une humidité assez importante due à la position géographique, par la diversité des expositions (jouant sur les facteurs hydriques et thermiques), et par l'expression occasionnelle des facteurs édaphiques.

La Cerdagne, avec seulement 9 stations écologiques, apparaît beaucoup moins variée. La présence d'une seule exposition globale, l'impact de la sécheresse et du pâturage explique cette plus grande monotonie. Mais celle-ci n'est-elle pas qu'apparente ? En effet, la trop forte pression exercée par le pâturage et la sécheresse sur les plantes peut entraîner la disparition des espèces différentielles de certaines variations écologiques, notamment édaphiques. Ceci pose le problème des limites de la méthode phytosociologique, qui, alors, n'est plus apte à déceler ces variations. Peut-être faut-il envisager, pour cela, une méthode pédologique, qui, plus lourde, serait mise en oeuvre à plus petite échelle (une forêt), mais qui permettrait d'expliquer, par exemple, la plus grande fertilité de la station 8.

L'étude forestière nous a amené à un découpage du milieu que nous pensons fiable, au moins pour les essences naturelles.

En Capcir, à la variété écologique correspond la variété forestière qui se traduit par la présence de plusieurs essences et la croissance différente d'une même essence selon la station écologique. Ceci nous a permis de réaliser une étude assez détaillée. Les 8 stations forestières qui en résultent, résolvent à notre avis l'essentiel des problèmes forestiers en Capcir, au moins quant au choix des essences.

En Cerdagne, la monotonie est aussi présente sur le plan forestier : on n'y trouve qu'une seule essence, le pin à crochets, dont la croissance varie peu d'une station écologique à l'autre. Aussi avons-nous peu de bases pour envisager les substitutions d'essence alors que ce problème est aigu : nombreuses surfaces déboisées, monoculture du pin à crochets, mauvais état sanitaire et vieillissement des peuplements. Ce découpage du milieu en stations forestières pourra être modifié dans l'avenir si on envisage de nouvelles essences (notamment en Cerdagne) ; dans ce cas on aura intérêt à revenir aux stations écologiques.

Ceci étant acquis, il reste, dans un avenir très proche, à tester ces résultats, plus particulièrement au niveau des stations écologiques. Ensuite on pourra envisager la cartographie. Il s'agit à notre avis de cartographier les stations

écologiques, pour, en second lieu, délimiter les stations forestières. En effet, ces dernières sont plus difficiles à reconnaître directement sur le terrain. Pour réaliser ce travail, il nous semble utile d'établir un catalogue simplifié des stations écologiques à l'usage du personnel de terrain (voir supplément). Enfin, il faudra mettre au point une méthode de cartographie, avant de partir en forêt.

A plus longue échéance, on pourra envisager de compléter les données forestières : par une description plus détaillée des peuplements, par un calcul plus exact de la hauteur moyenne de chaque station forestière, peut-être par l'établissement de tables de production pour les meilleures stations ..., ceci au cours de la gestion courante (martelages, inventaires ...).

Avant de passer à la phase d'application sur une grande échelle, le gestionnaire aura d'autres problèmes à résoudre :

- il lui faudra en premier lieu, en Cerdagne, affiner le choix des essences à introduire, en recherchant celles dont l'autoécologie s'adapte le mieux aux conditions très particulières de cette région.

- De la même manière se pose le problème des provenances, aussi bien pour les essences exotiques dont l'aire naturelle est très vaste (*picea engelmannii*...), que pour le pin sylvestre dont les très beaux spécimens de la Matte ne sont pas forcément adaptés aux autres stations de la région.

- Pour toutes ces essences, il faudra trouver des techniques de plantation permettant au semis de résister aux conditions climatiques difficiles (sécheresse ...).

- Enfin, il faudra réfléchir sur la sylviculture aussi bien des essences actuelles que de celles à introduire. Par exemple, il peut être utile de se renseigner sur la sylviculture du sapin des forêts de l'Aude, et, pourquoi pas, sur celle du pin sylvestre des forêts espagnoles.

Après ce premier pas, nous voyons donc que nous ne sommes pas arrivés au bout de toutes les difficultés.

LISTE DES PRINCIPAUX OUVRAGES CONSULTÉS

- ARBEZ M. (1969) Répartition, écologie et variabilité des sapins de Turquie du nord. Annales des sciences forestières ; vol 26 n° 2 ; Pp 257 - 284.
- BARTOLI Ch (1966) Etudes écologiques sur les associations forestières de la Haute Maurienne. Annales des sciences forestières ; vol 23 n° 3 ; Pp 3 - 321.
- BECKER M (1977) Forêt française : pour une définition et une cartographie des stations. Bulletin technique de l'O.N.F. 1977 n° 9 - Pp 9 - 19.
- BIR J (1976) Cartographie et étude des potentialités des stations en forêt domaniale de Fénétrange (Moselle) Mémoire de troisième année ENITEF 74p + annexes.
- BONNEAU M, TIMBAL J (1973) Définition et cartographie des stations Conceptions françaises et étrangères. Annales des sciences forestières vol 30 n° 3 pp 201 - 218.
- BULLETIN DE VULGARISATION FORESTIERE (1979) Le cèdre en Languedoc Roussillon. Bulletin de vulgarisation forestière n° 79/89 pp 1 - 44.
- COMMISSION METEOROLOGIQUE des P.O. : Annales météorologiques 1955 à 1977.
- C.T.G.R.E.F. Division protection de la nature (1974) Massif du Puigmal : étude de paysage Etude C.T.G.R.E.F. n° 73.
- FERRER J (1976) Cerdagne-Capcir 241 p Imprimerie du midi Perpignan.
- FLORENCE J (1962) Exemple d'étude dendrologique en relation avec la climatologie du Capcir et de la Cerdagne. Thèse de 3° cycle de biogéographie présentée à la Faculté des sciences de Toulouse. Toulouse, s. ed. 149 p.
- FLOUS (1933) Les pins montagnards et subalpins des Pyrénées Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse. T LXV pp 299.308.
- FLOUS (1934) La question des pins sylvestres aux Pyrénées Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse T LXVI - pp 181. 191.
- GAUSSEN H (1923) amélioration pastorale et prairies de montagne Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse T L pp 299.331.
- GAUSSEN H (1926) Végétation de la moitié orientale des Pyrénées, sol, climat, végétation. 560 p Lechevalier. Paris.
- GAUSSEN H (1934) Géographie botanique et agricole des Pyrénées. Orientales. 392 p. Lechevalier . Paris.

GUIDES GEOLOGIQUES REGIONAUX Pyrénées-Orientales et Corbières.

JACOMON M (1979) Guide de dendrologie. Ecole nationale
du Génie Rural des Eaux et Forêts - Nancy.

JURATIC L, PLAN J (1976) - Etude phyto-écologique en forêt
domaniale de Grande Chartreuse. Mémoire de 3^e année
ENITEF 100 p + annexes + guide pratique.

O.N.F. Direction régionale Languedoc-Roussillon (1973) Avant-projet
général d'aménagement pour le pin à crochets.

POLGE (1973) - Cartographie des stations : application au
massif de Bride. Mémoire de 3^e année ENITEF
80p + annexes.

VALADON A et F (1974) Le bassin Versant du Tech : bilan de 40 ans
d'action forestière dans le périmètre R.T.M. du
Haut-Vallespir
Mémoire de 3^e année ENITEF - 115 p + annexes.

VIERS G (1968) La carte du relief glaciaire des Pyrénées. Feuille
de Mont-Louis au 50.000^e (Pyrénées-Orientales)
Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Tome 39.
Fasc. 4 - pp 429 - 434 - 2 cartes hors texte.

VIGO i BONADA J (1976) L'alta muntanya catalana ; flora i
vegetació - 421 P - Montblanc - Martin Barcelona.